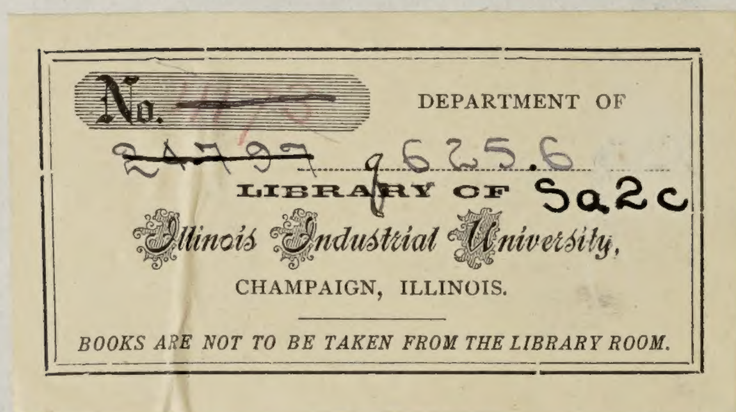


École des Ponts et Chaussées.

---

# Conférences sur les Tramways

par

M. Saint-yves.

Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées

---

1878.

# École des Ponts et Chaussées.

# Conférences sur les Tramways.

1ère Conférence

## De la construction des voies.

Les tramways, pour le transport en commun des voyageurs, se sont tellement répandus, que les principes nécessaires à leur construction se sont promptement vulgarisés, et qu'il est peu d'entrepreneurs intelligents qui ne soient aptes à les exécuter. Mais, précisément à cause de cette vulgarisation, beaucoup d'Ingénieurs peuvent être chargés d'un service de contrôle, et c'est à ce point de vue spécial qu'il est utile d'exposer les principes nécessaires à l'accomplissement du mandat qui peut leur être confié.

Définition.

Il faudrait sans doute commencer par donner une définition précise et indiscutable des tramways ; mais il n'en existe pas encore qui ait reçu une consécration administrative. Cependant, il est indispensable d'indiquer la destination de ces constructions, et les conditions qui doivent être imposées pour que le but proposé soit atteint. Voici une définition qui pourra être utile jusqu'à ce qu'une voix plus autorisée ait décidé sur ce point.

Le tramway est un compromis entre le rail-way et la voiture omnibus.

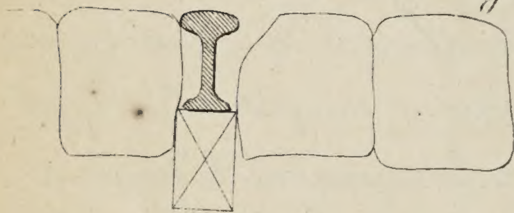
Le rail-way est établi sur son domaine particulier. Généralement, il n'emprunte rien aux voies publiques ; tout au plus les traverse-t-il à niveau, dans des cas exceptionnels et à des conditions spécialement déterminées ; en outre, l'accès de la plate-forme est interdit à la circulation ordinaire ; enfin, le rail-way réunit les voyageurs et les marchandises sur des points fixes qu'on appelle gares ou stations, et combine ses départs de manière à transporter à la fois une grand nombre de voyageurs, ou une grande quantité de marchandises.

Le tramway, au contraire, est établi sur les voies publiques qui doivent toujours et dans toutes leurs parties, rester accessibles à la circulation ordinaire. En outre, il prend et

Ce rail ne constitue que la table de roulement. L'ornière est obtenue au détriment du pavage qui longe les rails à l'intérieur de la voie, soit que le chanfrein nécessaire soit préparé à l'avance, soit qu'on laisse aux boudins des cars le soin de l'effectuer par leur passage réitéré dans le joint qui sépare les rails des pavés.

L'avantage de ce rail est de ne peser que 11 K. Les inconvénients sont nombreux, et le principal est de déterminer très rapidement, par le passage fréquent des roues des voitures ordinaires qui sont guidées par le rail, une ornière profonde, réceptacle d'eau et de boue qui pourrit la longuerine et cause de fréquentes ruptures des roues des voitures ordinaires. Ce rail n'est plus conservé que dans quelques parties des plus anciennes voies de Bruxelles. Il n'est plus accepté pour les nouvelles constructions, il doit être rejeté partout.

Rail vignole simple



Pour les mêmes raisons, on doit proscrire le rail simple à champignon prenant également son ornière au détriment du pavage.

Les rails usités sont comme il a été dit précédemment de deux sortes:

Les rails à ornière, d'une seule pièce;

Les rails à champignon, composés de deux pièces.

Rails à ornière

Les rails à ornières sont de deux types différents:

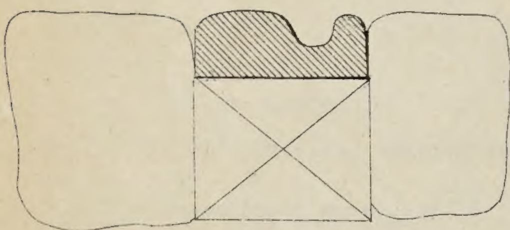
1°. Les rails sensiblement plats à la partie inférieure;

2°. Les rails à oreillettes prolongées.

Ces différences sont motivées par le mode d'attache sur la longuerine adopté dans chaque cas.

Voici, suivant une échelle progressive de transformation, les profils de ces différents rails.

Rail de Liège (Belgique)

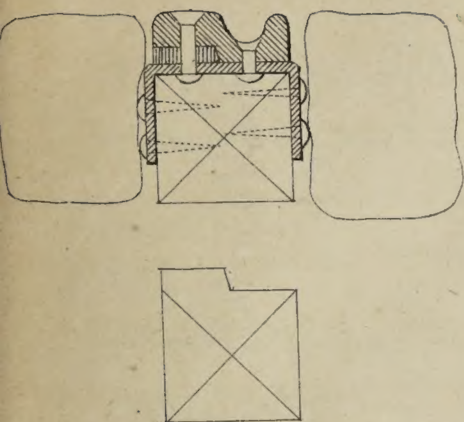


Le rail de Liège (Belgique). Poids de 28 K entièrement plat à la partie inférieure. Ce rail est fixé sur la longuerine au moyen de tirefonds placés alternativement sur la table de roulement et dans la gorge. Il présente les inconvénients suivants:

Les efforts horizontaux ne rencontrent pas d'autre résistance que l'emboîtement des tire-fonds dans la longuerine; la position verticale des tire-fonds permet à l'eau de pénétrer dans la longuerine en suivant la tige et le filet de vis; le bois pourrit, la stabilité du rail est détruite.

Rail monté sur bride (France)

Le rail employé sur la voie de Suresnes à Courbevoie, de la Porte-Maillot à l'Etoile, et de St Augustin à Neuilly et Levallois Perret. Postérieurement à la construction de ces lignes, ce rail a été employé à Bruxelles.



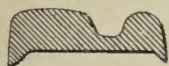
Le poids du rail français est de 18k au mètre courant ; son mode d'attache est tout particulier. Le rail est rivé sur une bride en fer qui embrasse la longuerine sur trois de ses faces, et sur laquelle elle est fixée au moyen de quatre clous. – Sur la longuerine, en dehors des points d'attache, le rail bute sur toute sa longueur contre le heurtoir ménagé dans la face supérieure de la longuerine. A l'emplacement des brides, cette saillie de la longuerine est enlevée, et l'intervalle existant entre le rail et la bride est rempli au moyen d'une cale en tôle que traverse le grand rivet.

L'inconvénient de ce système, inconvénient inhérent au mode d'attache, est que le changement des rails ne peut facilement être opéré sur place. Quand un rail est défectueux, il doit être enlevé avec ses brides et ses longuerines, et remplacé par un rechange qui d'ailleurs est toujours préparé à l'avance.

Le rail belge ne pèse que 12k 300. – Il est fixé avec des tirefonds, et dans ces conditions présente peu de solidité.

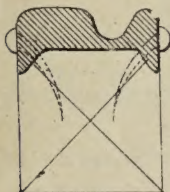
Les types suivants commencent la transition vers le rail à oreillettes inférieures.

Rail de Bruxelles



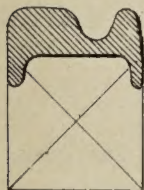
C'est d'abord le rail des boulevards extérieurs de Bruxelles, de 17k au mètre courant, fixé sur les longuerines par des tirefonds ;

Rail américain



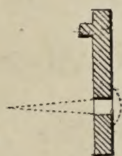
Le rail américain, à oreilles un peu plus saillantes, employé par M. Loubat sur la ligne de la place de la Concorde à St Cloud, Sèvres, et plus tard jusqu'à Versailles : employé également à Vienne et sur les tramways autrichiens, – du poids de 19k au mètre courant. Ces rails sont fixés sur les longuerines au moyen de chevillettes courbes, en fer, placées latéralement. La stabilité du rail est médiocre.

Rail anglais.



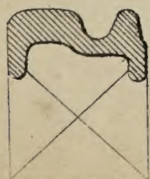
Vient ensuite le rail anglais le plus généralement employé à Londres, du poids de 28k au mètre courant pour une largeur de 0m.10, et dans lequel les oreillettes sont plus prononcées.

A Londres, ces rails sont fixés sur les longuerines soit au moyen de tirefonds et de boulons verticaux, soit au moyen d'agraffes placés latéralement et dont voici la forme générale.



Une bande verticale, portant à la partie supérieure un tenon qui pénètre dans un trou percé à l'avance dans l'oreillette du rail et traversée à la partie inférieure par un clou pénétrant dans la longuerine. – Le tramway de l'avenue de Neuilly a été construit avec ce rail.

Rails de Constantinople



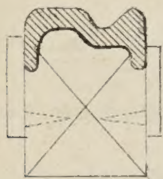
Le rail employé à Constantinople ne diffère du précédent que par le profil inférieur qui se rapproche plus des formes du profil supérieur. Il n'a que 0m.09

de largeur et pèse 23 K au mètre courant.

C'est le type qui a été adopté par la Compagnie générale des Omnibus, à Paris, mais le poids a été porté à 24 ou 25 K. par mètre ; il est fixé sur les longuerines au moyen de boulons verticaux.

Tous ces rails sont en fer.

Rail en acier Bessmer



A Paris, sur les lignes des Compagnies des Tramways-Nord et des Tramways-Sud, on est arrivé à substituer les rails en métal Bessmer aux rails de fer. En modifiant légèrement les profils on en a réduit le poids à 20 K par mètre courant.

Ce rail est fixé sur les longuerines par des crampons latéraux à deux pointes qui constituent un bon système d'attache. _ Dans le principe les deux branches devant pénétrer dans le bois étaient disposées en tranchant de ciseau, ce qui avait l'inconvénient de couper les fibres du bois au lieu de les écarter _ on les a remplacés par des pointes. On a même supprimé la pointe supérieure afin de ne pas attaquer la longuerine sur un point où l'agraffe ne pouvait que détruire le bois sans y trouver aucune adhérence, et on en est revenu, pour cette branche, au tenon de l'agraffe anglaise.

Rail de Nantes

Il ne reste plus à parler, que d'un dernier rail créé pour obvier aux inconvénients suivants :

L'ornière à section circulaire a généralement peu de profondeur. En été, un coup de vent suffit pour la remplir de poussière ; en hiver, une pluie la remplit de boue. Les matières étrangères qui y pénètrent sont, par la forme même des parois, ramenées vers le milieu sous le boudin qui les comprime, les durcit, et les corps roulent, non plus sur la jante de la roue portant sur la table de roulement, mais, en grande partie sur le boudin, en contact avec des matières présentant une résistance au roulement plus considérable que le métal.

A cause du peu de profondeur de l'ornière, une usure de quelques millimètres de la jante de la roue et de la table de roulement du rail amène au contact le boudin et le fond de l'ornière, cette usure ayant pour effet inévitable de diminuer, d'une part, la profondeur de l'ornière, et, de l'autre, d'augmenter la saillie du boudin. En peu de temps le boudin creuse un sillon dans le fond de l'ornière et peut provoquer la rupture longitudinale du rail.

En outre, quand la table de roulement d'un rail est usée sur une épaisseur de 10 millimètres au plus, il faut le remplacer, et le rapport du métal usé au métal total employé est très-faible.



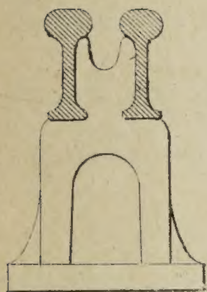
Le rail créé pour remédier à ces inconvénients est le rail employé pour les tramways de Nantes. Il est appelé rail à ornière profonde et à double table de roulement.

Au lieu de 0m.025 de profondeur que présentent les ornières des autres rails, il a 0m.032. La forme trapézoïdale permet aux boudins des roues de chasser les poussières et les matières étrangères dans les angles; l'usure des bandages des roues et de la table de roulement peut être portée à 0m.009 pour chaque partie soit en tout 0m.018, avant que le boudin touche le fonds de la gorge; enfin ce rail présente l'avantage d'avoir deux tables de roulement symétriquement placés et de pouvoir être retourné quand l'une des tables est usée.

L'attache sur la longuerine est faite au moyen des crampons latéraux.

Rail Marsillon

La seconde espèce de rails, le rail à champignon, est composé de deux pièces distinctes.



Ces rails sont employés à Lille, à Tourcoing; il le sont aussi à Nantes concurremment avec le rail à double table de roulement; à l'étranger, ils constituent le nouveau réseau de Genève. Ils pèsent environ de 26 à 28 K. le mètre courant dans leur ensemble, et sont vulgairement désignés sous le nom de Rail Marsillon.

L'avantage de ce rail est de présenter des formes plus rationelles pour satisfaire aux conditions de résistance; de permettre la suppression des longuerines en bois; — mais, par contre, il présente l'inconvénient de nécessiter d'une manière absolue l'emploi de traverses, et de se prêter très-peu à une construction facile et encore moins à l'entretien des parties courbes.

En effet, le rail et le contrerail doivent être entretoisés dans l'intervalle des coussinets. Il y a lieu de percer une série de trous nécessaires à la pose de ces entretoises et à la fixation du rail et du contrerail, sur le coussinet. Or, les trous ne sont pas distribués à des intervalles identiques sur le rail et sur le contrerail. Quand le rail enveloppe le contrerail, l'intervalle des trous de ce dernier doit être moindre que l'intervalle des trous du premier. La préparation des courbes doit être faite à l'atelier, sur épure, — et si on reconnait sur place la nécessité d'une modification, même légère, on ne peut l'exécuter sans rentrer le matériel à l'atelier, boucher les anciens trous et en percer de nouveaux.

Eclissage des Rails

De tous ces systèmes de rails, un seul se prête à l'éclissage de ses extrémités; c'est le rail à champignons du système Marsillon. Les autres ne peuvent pas être éclissés.

Il est indispensable, cependant, de prévenir la dénivellation des extrémités des rails, dénivellation entraînant des chocs successifs et répétés qui aggravent le mal.

Cette dénivellation peut provenir de deux causes différentes: ou l'abaissement de l'extrémité du rail qui plonge; - ou le relèvement dû à l'effet de laminage produit par le roulement ordinaire, et plus encore par le frottement des roues, lorsque celles-ci sont plus ou moins enrayées.

On s'oppose au premier effet de la manière suivante:

On entaille les longuerines à l'endroit de la jonction des rails, de manière à supprimer la moulure qui épouse le profil inférieur du rail, et on remplit ce vide par une plaque en métal, fer ou fonte, qui fait office de fourrure.

La substitution de la fonte au fer n'a été faite que dans un but d'économie. Il fallait, en effet, pour ces pièces, avoir des cylindres spéciaux de laminage. Cette économie est mauvaise. La fourrure de fonte peut casser précisément à l'aplomb du joint des rails et ne fait plus enclume sous le choc produit par le passage des cars sur le joint.

On peut éviter la fabrication de cylindres spéciaux en faisant reposer les parties en fonte sur une plaque de tôle; c'est le système employé pour les rails à double table de roulement; la tôle constitue l'enclume, la partie en fonte n'est qu'une simple fourrure destinée à reporter sur la tôle le travail du rail.

Quant au second effet, celui du relèvement, il faut, pour le combattre, multiplier les attaches aux extrémités des rails. Quand on se sert de boulons verticaux, on doit en placer deux à chaque extrémité de rails, c'est ce que fait la Compagnie Générale des Omnibus. Quand on se sert de crampons, il faut en placer quatre à chaque extrémité des rails deux de chaque côté; c'est ce qui a été pratiqué sur les lignes de la Compagnie des Tramways Nord.

Il n'est pas dans le rôle de l'administration d'intervenir d'une façon trop directe en ce qui concerne le choix d'un rail. Ce dont il faut se préoccuper seulement c'est que les chaussées sur lesquelles les voies de tramways seront placées, restent

dans toutes leurs parties facilement accessibles à la circulation ordinaire – que les profils longitudinaux et transversaux ne soient pas sensiblement modifiés; – et enfin, que les voies aient une stabilité permanente suffisante pour ne pas entraîner de trop fréquents remaniements de chaussées.

Condition à imposer pour les rails.

Pour obtenir ce résultat, quelles sont donc les conditions à exiger du système de rail qui sera présenté?

Elles peuvent se réduire à trois: la dimension de l'ornière; – l'attache sur la longuerine; – et le maintient du parallélisme.

Largeur de l'ornière

La largeur d'ornière ordinairement adoptée est de 0.032, elle est quelquefois portée à 0.035 dans les courbes du petit rayon. Pour la voie Marsillon employée à Lille, elle est de 0.030, suivant les indications de Mr. l'Ingénieur en Chef Raillard, dans son remarquable rapport sur les tramways de Lille et de la Belgique. Dans une décision récente, le conseil général des Ponts et Chaussées a prescrit, pour les tramways de Nantes, une ornière de 0.029 au lieu de 0.030 qui étaient proposés par la Compagnie. Cette diminution a peu d'importance; mais l'attention des Ingénieurs doit être appelée sur ce point: c'est que, lorsqu'ils auront à se prononcer sur un système de construction d'une ligne de tramway, ce qui importe le plus et ce qui doit les préoccuper tout spécialement, ce n'est pas tant la largeur d'ornière au moment de la construction que la détermination du maximum de largeur admissible; c'est à dire, le moment où la voie devra être remaniée.

Comme il a déjà été indiqué, les largeurs admises sont 0.m029, 0.m030, 0.m032, et 0.m033. – Dans un rapport présenté à la société d'encouragement pour l'industrie nationale, Mr. Rouselle, Ingénieur en Chef du contrôle des Tramways du département de la Seine, porte même à 0.m035 la dimension autorisée. Entre les limites de 0.m029 à 0.m035 tout est admissible; mais le maximum à imposer par suite de l'usure ou de la déformation de la voie a une importance capitale et cette question n'a pas encore été agitée.

C'est aux Ingénieurs à prendre l'initiative de ces études complémentaires; c'est d'après leurs propositions, basées sur un examen sérieux, que naîtra la jurisprudence qui doit un jour donner naissance à une législation complète sur cette matière.

Mais, considérant que la dimension minimum des jantes des petites voitures est de 0.m040; – que le maximum de largeur d'ornière à fixer doit être inférieur à cette dimension; que l'exploitation en courbes de petit vagon

nécessite quelquefois la largeur de 0.m035; - on peut, dès aujourd'hui assigner comme limite 0.m037.

Cependant cette règle générale pourrait admettre des exceptions. Dans chaque cas il y aura lieu de tenir compte des largeurs de jantes des voitures qui sont ordinairement mises en circulation dans les localités où devront être installés les tramways.

Attache du rail sur la longuerine.

L'attache des rails sur les longuerines se fait de deux manières bien différentes: Attache au moyen de tirefonds ou de boulons verticaux; attache aux moyens de crampons latéraux.

La perforation verticale de la longuerine est défectueuse. Le contact du fer avec le bois, dans une position, qui non seulement permet, mais encore appelle l'infiltration des eaux, produit une rapide altération du bois dont la conséquence naturelle et fatale est la cessation de l'adhérence du rail sur la longuerine et la nécessité de réparations fréquentes.

Certaines personnes ont protesté contre cette théorie. Notamment les représentants de la Compagnie Générale des Omnibus, qui emploie ce mode d'attache, ont prétendu que le contact du fer et du bois avait pour résultat de durcir considérablement ce dernier, et de rendre, au bout d'un certain temps, la fixation du rail sur la longuerine plus complète qu'au moment de la pose.

A l'appui de cette doctrine qui est étrange et en contradiction avec tous les faits que les Ingénieurs peuvent constater, on présentait des morceaux de longuerines extraits de la voie après six ou sept ans de service. Effectivement aux alentours des trous de boulons, le bois paraît injecté; il a pris une teinte plus foncée et acquis une dureté plus grande; Mais la production d'un spécimen plus complet dissipa toute incertitude. C'était un fragment de longuerine dans lequel le boulon vertical était encore posé. La partie ligneuse avoisinant le boulon avait bien changé de couleur; la dureté du bois s'était accrue; - mais le boulon flottait dans sa gaîne, il n'y avait plus de fixité.

Le phénomène qui se produit est une formation de tannate de fer obtenu au moyen d'une décomposition du bois d'une part, de l'oxidation du fer d'autre part, et d'où avait dû résulter une injection des fibres restées intactes. En effet, un des nouveaux modes de durcissement et de conservation

des bois est l'injection du tannate de fer.

Le durcissement du bois n'est obtenu que par suite de la décomposition de la partie mise en contact avec le boulon, mais le résultat final n'en est pas moins la destruction de la solidité de l'assemblage et de la fixité du rail sur la longuerine.

Le mode de fixation au moyen d'attaches latérales paraît préférable.

Ce n'est pas à dire qu'il faille refuser toute approbation de l'attache au moyen d'organes traversant verticalement les longuerines. Il y a des précédents nombreux, des habitudes prises avec lesquelles il faudra probablement compter longtemps encore, mais il sera bon, pour assurer la stabilité de la voie, d'engager les compagnies à choisir de préférence les attaches latérales.

Serrage des rails sur les longuerines.

A propos de l'adhérence des rails sur les longuerines, il est un point qui ne saurait être trop recommandé aux Ingénieurs du contrôle des Tramways; c'est de faire surveiller, avec un très-grand soin, le serrage du rail sur la longuerine avant de fixer l'organe d'attache. Lorsque cette précaution n'a pas été prise et le serrage poussé à fond, par suite du roulement des cars toujours dans le même sens et du passage d'un rail à l'autre, l'extrêmité du second rail s'infléchit et donne naissance à une dénivellation qui va toujours en croissant et finit par déterminer des chocs intolérables.

Cet inconvénient peut être facilement évité. Les constructeurs de tramways possèdent aujourd'hui des vis de serrage très-puissantes et d'un emploi très-courant.

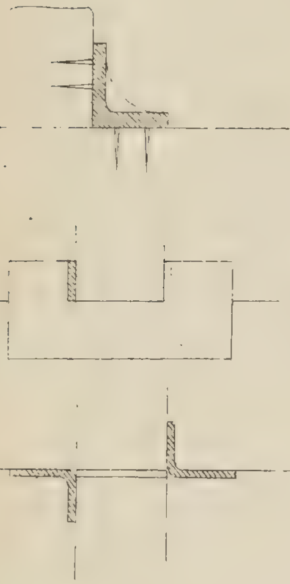
Les Ingénieurs du contrôle commettraient une négligence fâcheuse en se désintéressant de la qualité et du mode d'emploi des matériaux constituant la partie métallique de la voie et en ne se préoccupant que du pavage. La qualité des bois, notamment, doit être l'objet d'un examen sérieux, parceque de leur durée plus ou moins prolongée doivent résulter des remaniements de chaussées plus ou moins fréquents.

Parallélisme des rails

Le maintient du parallélisme des rails est une des conditions les plus importantes d'une bonne exploitation. Pendant une longue période de temps, pour maintenir le parallélisme, on a posé les voies sur traverses.

Emploi de Traverses

Emploi de traverses - Sabotage.



Les longuerines sont fixées sur les traverses au moyen de deux organes différents:

1°. des équerres en fonte ordinairement appelés sabots fixés sur la longuerine et sur la traverse au moyen de clous.

2°. des machoires en tôle découpée et coudée, fixées à la partie inférieure sur l'une des faces verticales de la traverse et dont les parties coudées sont clouées sur la longuerine.

On pose une machoire par traverse, dans ce dernier système et la longuerine est fixée sur les deux faces verticales. Avec les équerres en fonte, elle ne l'est que sur une de ses faces. Aussi, sur les traverses, place-t-on les sabots alternativement à l'intérieur ou à l'extérieur de la voie.

On a également reconnu aux machoires en tôle cet avantage que les parties qui font saillie sur la longuerine peuvent avec un peu de soin, correspondre à des joints de pavés et ne pas nécessiter leur démaigrissement.

C'est à la Belgique qu'il faut attribuer l'invention de ce second système qui a été appliqué, avec quelques perfectionnements, sur les lignes de Suresnes et de la Grande-Armée qui sont posés sur traverses

Inconvénients pour le pavage.

L'emploi des traverses présente des inconvénients pour le pavage surtout quand on est appelé à se servir de pavés de fort échantillon.

Les pavés, en effet, sont posés sur une forme de sable dont l'épaisseur minimum est de 0m.15. On ne peut interposer entre la traverse et les pavés un matelas de sable de cette épaisseur; il faudrait dans ce cas employer des longuerines d'une hauteur considérable. Il en résulterait que les efforts horizontaux exercés sur les rails agiraient à l'extrémité d'un bras de levier considérable, et que le renversement du rail et de la longuerine serait à craindre.

En effet, même en ne prescrivant, pour le matelas de sable à interposer entre la traverse et le dessous du pavage, qu'une épaisseur de 0m.070, pour des pavés de 0m.16 de hauteur, (l'échantillon minimum de la ville de Paris), la hauteur totale est de 0m.230. - Pour les pavés cubiques de 0m.23 (échantillon maximum) elle serait de 0m.300. - La hauteur de la longuerine armée de son rail devrait donc varier entre 0m.230 et 0m.300. Comme dans le mouvement de renversement la longuerine pivote sur sa base, la longueur du bras

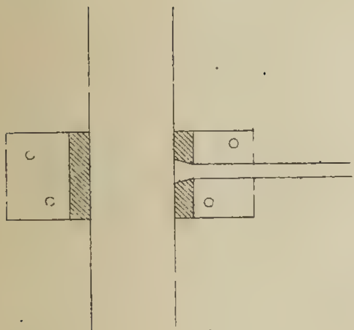
de levier de la force tendant à arracher les clous d'attache varierait de $0^m.230$ à $0^m.300$.

Quand on réduit l'épaisseur du matelas de sable interposé entre les traverses et le dessous des pavés, il arrive que le tassement du pavage se fait inégalement. Les parties posées au-dessus des traverses conservant sensiblement la hauteur primitive, les autres s'affaissent plus ou moins et la voie présente promptement des échelons saillants entre les deux files de rails. Il faut avoir recours à plusieurs remaniements du pavage pour obtenir une chaussée bien unie. Les mêmes inconvénients se reproduisent à chaque relevé à bout.

Entretoises.

Pour y obvier, on a fait reposer directement les longuerines sur une forme convenablement préparée, et on a maintenu le parallélisme au moyen d'entretoises métalliques fixées aux longuerines.

Le premier emploi de ce système a été fait à Londres sur la ligne de tramway qui aboutit au pont de Westminster. La construction reposait sur une aire en béton maigre. Les longuerines étaient, de distance en distance, munies de sabots en fonte, et c'étaient ces sabots qui étaient reliés, transversalement à la voie, par des barres en fer rond dont les extrémités, taillées en queue d'aronde, s'assemblaient sur les sabots.



Ce système de construction exigeait une très-grande précision pour la préparation des entretoises; - les fers ronds donnaient lieu à des joints exagérés dans le pavage; - enfin la forme en béton maigre sur laquelle le pavage reposait directement a été promptement brisée, faute d'une épaisseur suffisante. Cette partie de voie a été démolie et reconstruite dans les conditions ordinaires, avec traverses.

A Constantinople, un entretoisement semblable a été appliqué, avec ces modifications:

Suppression du béton et pose sur forme de sable;

Suppression des sabots en fonte - Les barres en fer rond sont filetées à leurs extrémités; elles traversent les longuerines de part en part et celles-ci sont fixées à l'écartement au moyen d'écrous.

Cette construction a donné un résultat suffisant... pour Constantinople, où la présence de quelques joints exagérés dans le pavage n'est pas une chose anormale.

A Paris et dans le département de la Seine, la nécessité de conserver aux pavages leur aspect et leur construction régulière a provoqué de sérieuses et

objections contre l'emploi des traverses. Pour satisfaire aux demandes des Ingénieurs du service municipal et du service départemental, les traverses ont été remplacées par des entretoises dérivées de Constantinople et dont un spécimen est déposé à l'École des Ponts et Chaussées.

Le corps de l'entretoise est un fer plat de 6 à 7 millimètres d'épaisseur, et de 0.m080 de hauteur qui se loge facilement dans un joint de pavage.

A l'une des extrémités est soudé un fer rond qui traverse une des longuerines. Ce fer rond est mortaisé de manière à recevoir des clavettes servant à la fois au serrage et au maintient du parallélisme. L'autre extrémité est fendue suivant l'axe longitudinal, et les deux parties détachées sont coudées à angle droit de manière à présenter l'aspect d'un T dont les bras ont 0.150 de longueur. Cette extrémité de l'entretoise est fixée sur la longuerine au moyen de deux boulons et de deux clous, avec l'aide d'une contre-plaque placée extérieurement à la longuerine

Les longuerines ont 3.m" de longueur uniforme. Les joints des longuerines accouplées pour constituer une voie, se découpent de telle sorte que le joint des longuerines placées à gauche, se trouvent vis-à-vis du milieu de la longuerine placée à droite. Les entretoises sont espacées à intervalle de 1.m50, de sorte que la partie clavetée est au milieu de la longuerine et la partie coudée en T en face du joint. De cette façon, les longuerines se trouvent éclissées.

Les entretoises sont fixées invariablement à l'une de leurs extrémités. Mais l'autre extrémité est mobile au moyen du clavetage. On peut donc, avec le jeu des clavettes, d'abord établir l'écartement normal des rails et leur parallélisme; puis, en cas de déformation, le rétablir sans avoir à démonter les voies. Il suffit d'enlever un rang de pavés de chaque côté du rail sur la longueur de la longuerine à écarter ou à rapprocher.

Ce système est le seul qui soit aujourd'hui appliqué à Paris. La Compagnie des Tramways-Sud a cependant toléré une petite modification.

L'extrémité fixe, au lieu de consister en un T et une contre-plaque d'éclissage, est composée d'une machoire en tôle rivée ou soudée à la partie centrale de l'entretoise, et recevant la longuerine qui y est fixée au moyen de clous. Les dimensions de cette machoire sont rarement établies de manière à coïncider parfaitement avec celles de la longuerine. Il n'y a pas de fixité dans la machoire; il n'y a plus éclissage suffisant des

longuerines. – Ce n'est pas un perfectionnement.

Voies non-entretoisées

A propos du parallélisme des voies, il reste à parler du mode de construction des tramways de la Cie Gale des Omnibus.

Les cars de la Cie des omnibus n'ont pas leurs essieux fixes: l'essieu d'avant est mobile et peut pivoter jusqu'à donner une déviation de 18 %.

Cette disposition est prise en vue de pouvoir dérailler à volonté.

En outre, pour aider à ce déraillement, et d'un autre côté, sous prétexte de diminuer le coefficient de traction, les roues du côté droit des cars se u seules munies de boudins saillants, les jantes des roues de gauche sont garnies d'un fer plat qui roule sur le rail mais sans y pénétrer.

Dans ces conditions la Compagnie des Omnibus a pensé que ses voies n'avaient pas besoin d'un parallélisme rigoureux et elle ne les entretoise pas.

Ce mode de construction, admis par les Ingénieurs du département de la Seine, était effectivement admissible dans les conditions primitives des concessions, c'est-à-dire, avec une exploitation par chevaux et une distribution du réseau départemental à des compagnies distinctes et dont les services n'avaient, tout au plus, que quelques points de contact.

Mais ces dispositions peuvent avoir pour l'avenir de très-sérieux inconvénients, et il y a lieu de prescrire l'entretoisement de toutes les voies. En voici les raisons:

Il ressort de l'examen des cahiers de charges des concessions de tramways, que d'après les réserves précises stipulées par l'Etat, des compagnies différentes peuvent être autorisées à parcourir, sur une étendue plus ou moins considérable, un même tronçon; – et, pour Paris, il est stipulé que dans ce cas, la compagnie qui emprunte une voie qui ne lui appartient pas est astreinte à n'employer qu'un matériel semblable à celui de la Compagnie principale. De là surgiront, et peut être très-promptement, des conflits très-graves et dont la solution sera très difficile.

En outre on peut dès aujourd'hui constater une tendance générale à substituer la traction mécanique à la traction animale. Les voies non-entretoisées ne se prêtent pas à ce mode d'exploitation. La traction mécanique sur les tramways de la Cie Gle des Omnibus est celle qui sera appliquée la dernière à cause du défaut d'entretoisement de ses voies.

En résumé, les voies entretoisées satisfont à tous les desiderata; les voies non entretoisées ne sont suffisantes que dans des cas spéciaux. Cette simple considération doit suffir à fixer les esprits.

Le système Marsillon qui emploie rails et contre-rails pour constituer l'ornière, et nécessite par conséquent l'usage de coussinets, n'a pu être entretoisé jusqu'à ce jour qu'au moyen des traverses qui sont une conséquence du mode de construction. C'est peut-être une des causes pour lesquelles ce système, qui présente d'ailleurs, au point de vue de la solidité, de sérieux avantages, n'a été appliqué que d'une manière très-restreinte.

# Suite de la Construction des Voies.

Largeur des chaussées nécessaires pour l'établissement d'un tramway.

La largeur de voie adoptée par l'administration est de $1^{m}.44$ d'axe en axe.

Dans le cas d'une voie double la largeur d'entre-voie doit être au moin. de $1^{m}.00$ d'axe en axe des rails; mais ces éléments sont insuffisants pour déterminer l'espace occupé par deux véhicules de tramway au moment du croisement; il faut encore tenir compte de la saillie des cars sur les rails extérieurs.

Le maximum de largeur des cars est fixé à $2^{m}.20$. Dans ces conditions ils auront donc un débord de $1.10 - 0.72 = 0.38$ sur le rail extérieur. La largeur de la voie publique occupée par les cars de l'exploitation de tramways sera donc:

Avec voie simple de $2^{m}.20$

Avec voie double, de $0.38 \times 2 + 1.44 \times 2 + 1.00 = 4.64$

L'usage de la voie publique ne devant pas être gêné par l'exploitation des tramways, il convient encore de conserver, pour le stationnement des voitures devant les habitations, une largeur libre de $2^{m}.50$, la zône du tramway restant à l'usage de la circulation ordinaire là où des voitures se trouvent en stationnement. En effet, les cars du tramway s'arrêtent et repartent pour le service des voyageurs, mais ne stationnent pas.

Ces principes posés, quelles sont les largeurs minimum des chaussées pouvant recevoir des voies de tramways?

Un travail a été fait à ce sujet au moment de la création du réseau du département de la Seine, et il a été formulé par Mr. Rozat de Mandres

alors Ingénieur en Chef du département. Il a depuis servi à la réglementation de cette question.

Mr. Rozat de Mandres part de ces bases:

Que l'écartement des rails sera de 1m.45;

Que l'entrevoie sera de 1m.05;

Que la largeur des cars sera de deux mètres;

Qu'il faut 2m.75 pour le passage ou le stationnement des voitures ordinai[res] de chaque côté des véhicules du tramway.

Il en conclut:

Que pour des voies bordées de maisons de chaque côté, il faut une largeur de chaussée:

Pour une voie simple, de 7m.50

Pour une voie double de 10m.00

Ce qui place les rails extérieurs à 3.025 des bordures de trottoirs.

Qu'en plaine, où les voies peuvent être placées sur le côté, et à 0m.50 de la bordure de trottoirs, il faut une largeur de chaussée:

Pour une voie simple, de 5m.00

Pour une voie double de 7m.50

Et, enfin, pour une voie double placée sur l'axe, de 10m.00.

Modifications — Dans la pratique, il a été apporté quelques modifications à ces prescriptions générales.

Grands boulevards de Paris — Ainsi, sur les grands boulevards de Paris, on a imposé que le premier rail fut placé à 3m.40 de la bordure du trottoir au lieu de 3m.00 ou 3m.025; mais, par contre, dans certains cas où la largeur de la voie ne permet pas, même au moyen de rétrécissement des trottoirs, d'établir, dans les conditions ci-dessus déterminées, une ligne de tramways réclamée par les populations et décrétée par le gouvernement, on a supprimé le stationnement sur un des côtés.

Suppression du Stationnement. — Cette mesure extrême qui prive un certain nombre de propriétaires riverains, non pas d'un droit consacré légalement, mais d'une jouissance établie par l'usage, n'a été prise qu'après des formalités rigoureuses.

Acquiescement général — D'abord on réclama l'acquiescement écrit de tous les propriétaires qui devraient être privés de la possibilité du stationnement (Embranchement de Saint Ouen). Puis, comme on reconnut promptement qu'on rencontrerait des

opposants voulant tirer partie des dispositions bienveillantes de l'Administration pour obtenir des compagnies une indemnité pécuniaire; que l'allocation de cette indemnité, si rare et si faible qu'elle put être, donnerait à la mesure prise un caractère d'expropriation, et par conséquent érigerait en droit ce qui n'est qu'une tolérance, l'administration décida que dans le cas exceptionnel où il y aurait lieu de supprimer le stationnement, il serait procédé à une enquête de commodo et incommodo.

Enquête de Commodo et Incommodo

C'est la solution rationnelle de la question. L'enquête donne une nouvelle mesure de l'utilité publique, et, suivant son résultat, ou une décision ministérielle permet de supprimer le stationnement, ou un décret supplémentaire retranche une partie de la ligne de tramways.

C'est une sage jurisprudence qu'il y a lieu d'appliquer sans exception.

Une autre modification aux dispositions primitivement adoptées a également été consacrée par une décision ministérielle. Mr. Rozat de Mandres estimait à 2m.00 seulement, la largeur des cars, et réservait 2m.75 d'espace libre pour le passage et le stationnement des voitures ordinaires.

Largeur des Cars

La largeur autorisée des cars a été portée à 2m.20. D'un autre côté, considérant que la limite de largeur de chargement est légalement fixée à 2m.50; - que lorsqu'une voiture est en stationnement, ou passe le long d'un trottoir, le débord du chargement se trouve, d'un coté, au-dessus du trottoir et non au dessus de la chaussée; - que la voie maximum des voitures est de 1m.90 ; - que dans ces conditions le débord du chargement n'est du côté de la chaussée que de 0m.30; - que par conséquent toute voiture pourrait strictement passer dans une largeur de 2m.20; l'administration a décidé (Tramways de la ville de Nantes), que l'espace libre à conserver entre la bordure de trottoirs et les cars en circulation pourra être réduite à 2m.50.

Largeur libre entre les cars et les bordures de trottoirs

Enfin, au sujet de cette même concession, il a été pris une décision importante qui n'avait pas encore été abordée.

Largeur libre entre les cars et les Constructions.

On avait bien déterminé que le rail extérieur d'une voie de tramway pourrait être rapproché jusqu'à 0m.50 de la bordure du trottoir; - on avait également admis que pour donner aux chaussées la largeur nécessaire à la pose d'une ou deux voies de tramway, la compagnie concessionnaire pourrait, à ses frais

diminuer la largeur des trottoirs ; – mais aucune limite n'avait été fixée.

Il faut reconnaître qu'il est difficile de déterminer le minimum de largeur à laisser aux trottoirs. Sur un assez grand nombre de voies, il n'existe pas de trottoirs ; – ou bien encore ils sont interrompus par la saillie de maisons frappées de reculement. Mais ce qui peut et ce qui doit être déterminé, au point de vue de la sécurité publique, c'est la largeur minimum à conserver entre les cars en circulation et les constructions fixes, maisons, murs de clôture ou barrières. Ce minimum a été porté à 1m.00, quelle que fut la dimension du trottoir.

Cette prescription est des plus sages, et sauf des cas bien exceptionnels, il y a lieu de s'y conformer.

Des courbes

Les principes généraux relatifs à l'emplacement des voies peuvent être modifiés par cette circonstance que le tracé des lignes de tramways, surtout dans les villes, se compose d'une série d'alignements droits se coupant sous des angles plus ou moins ouverts, qui doivent être raccordés par des courbes. C'est une question qui demande à être examinée d'une façon toute spéciale.

Les besoins de l'exploitation, l'écartement des essieux, et différentes conditions inhérentes à la construction des voitures ne permettent pas d'admettre de trop petits rayons de courbure.

En Amérique, on a abaissé le rayon de courbure à 10m.00, mais à la condition d'employer un fer-plat pour le rail extérieur et d'atteler des chevaux de renfort pour franchir les courbes ainsi construites.

A Constantinople, la limite inférieure a été de 12m.00 avec fer-plat pour le rail extérieur, mais seulement dans les dépôts, et pour la manoeuvre des voitures vides.

En Belgique, la limite inférieure exceptionnelle a été de 14m.00, avec fer-plat pour rail extérieur ; mais il faut des nécessités impérieuses pour qu'on se résigne à atteindre cette limite. Généralement les rayons de courbure ne sont pas inférieurs à 30m.00.

A Anvers et à Liège, la limite est de 25m.00 – A Gand, elle descend jusqu'à 15m.00

Cette limite exceptionnelle a été également atteinte à Lille.

A Paris, on a essayé d'employer des courbes de 20.m 00 ; on a dû les changer.

Les rayons de courbure les plus généralement adoptés comme limite inférieure sont de 25.m 00, quand on ne peut faire autrement. Mais, au-dessous de 40.m, de rayon, il est utile, pour une bonne exploitation d'employer des fers plats pour le rail extérieur.

Fers plats.

Cependant, quand la voie est double, et que la courbe se trouve sur une pente, s'il est indispensable d'employer le fer plat comme rail sur la voie où les cars remontent la rampe, il est préférable de se servir de rails à ornière pour la voie où les cars descendent la pente; les frottements résultant de la courbe viennent en aide aux freins et modèrent la vitesse.

Voici quels sont les services demandés aux fers plats utilisés comme rails. Sur le fer plat les roues des cars portent sur les boudins et non plus sur les jantes. On obtient ainsi un effet de conicité qui détruit en partie le frottement dû au clavetage des roues sur un même essieu pour des parcours inégaux. De plus les boudins n'étant engagés dans l'ornière que d'un seul côté du véhicule, on évite plus facilement le coincement qui pourrait résulter de la position des essieux qui ne se trouvent pas placés dans la direction des rayons de la courbe.

C'est d'après ces données qu'il y aura lieu de déterminer, sur le vu des propositions des Compagnies, les emplacements que les voies de tramways devront occuper sur les chaussées.

Voie double

La première question qui doit préoccuper c'est de déterminer si la voie peut être double ou si elle doit être simple.

Il ne faut jamais hésiter à admettre et même à prescrire une double voie partout où il sera possible de l'établir. La voie simple est une difficulté et même un obstacle pour une bonne exploitation, et tout en sauvegardant d'abord les besoins de la circulation générale, il faut aussi se préoccuper des intérêts des Compagnies qui sont constituées dans un but d'utilité publique; mais en outre, la voie simple est une cause d'embarras pour la circulation générale.

Sur une voie double, les cars ne s'arrêtent que pour prendre et déposer des voyageurs, c'est-à-dire quelques secondes. Sur une voie simple, le croisement des cars marchant en sens contraire ne se fait que sur des voies d'évitement, et l'un des deux véhicules est obligé de stationner. Si bien que soient réglés les horaires et que soient distribués les évitements, les rencontres ne peuvent

être déterminées d'une manière certaine. La vitesse moyenne des cars ne peut être absolument régulière; elle dépend du nombre plus ou moins grand des arrêts nécessités par le service des voyageurs. Le stationnement d'un car sur la chaussée est un grand inconvénient; en outre, la distribution des gares d'évitement est souvent très-difficile.

La règle générale qui peut être formulée à ce sujet est la suivante: La voie doit être double. Elle sera réduite à une voie simple toutes les fois qu'il ne restera pas 2m.50 de largeur libre entre les bordures de trottoir situées devant des habitations et le car du tramway.

Raccordement des voies doubles.

A Paris, dans le principe, en vue des obstacles au parcours d'une des voies pouvant surgir subitement, on avait prescrit aux compagnies de poser des raccordements entre les deux voies, à des intervalles de 500m.00 environ. Cette mesure était principalement motivée par la présence sous la chaussée des conduites d'eau et de gaz. La pratique a démontré que que la nécessité de ces changements de voie était beaucoup plus rares qu'on ne l'avait supposé. Aussi peu à peu les intervalles furent augmentés et finalement, ces raccordements ne sont plus prescrits.

En effet lorsqu'il s'agit d'effectuer, sur l'emplacement de la voie, un travail exigeant d'une manière absolue la suppression du parcours, il est facile de placer un raccordement provisoire.

Voie simple

Dans le cas où le peu de largeur de chaussée oblige à exploiter avec une voie simple, il est indispensable d'établir, de distance en distance, des parties en voie double. Ces parties prennent le nom de voies d'évitement.

La distribution des voies d'évitement doit faire l'objet d'une étude minutieuse et approfondie. Elle dépend à la fois de la densité du service et de l'agencement des rues ou routes parcourues.

Si la ligne de tramway était placée sur une voie droite, sur laquelle les cars circulant en sens inverse pussent toujours s'apercevoir, la détermination du nombre et des emplacements des voies d'évitement ne dépendrait que de l'horaire du service. Elles devraient être distribuées de manière à ne nécessiter qu'un court stationnement des cars sur la voie d'évitement; mais l'orientation en plan des voies parcourues est cause d'une grande complication.

Pour éviter les chances d'accident, les embarras et les retards dans le service, il est nécessaire que d'une voie d'évitement on puisse apercevoir la voie d'évitement placée à l'extrémité de la voie unique sur laquelle le car doit s'engager. Autrement, deux cars circulant en sens inverse pourraient se rencontrer sur une voie unique.

Cette difficulté très réelle se trouve encore augmentée par cette circonstance, que la chaussée n'a pas toujours la largeur nécessaire pour placer une voie d'évitement au point qui est indiqué comme devant être choisi. L'application de la règle générale de placer les voies d'évitement en vue les unes des autres est donc quelquefois impossible. Dans ce cas il faut absolument avoir recours à des signaux.

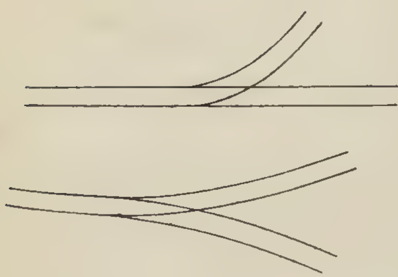
On ne peut donc, à ce sujet, formuler des prescriptions absolues. C'est une question délicate souvent difficile et dont la solution pourra exiger une étude sérieuse.

Outre les voies principales doubles ou simples, outres les voies d'évitement, il est quelquefois nécessaire, aux terminus d'établir des voies de garage; enfin des voies spéciales, non exploitées, doivent être construite pour raccorder les lignes avec les dépôts; enfin deux ou plusieurs lignes peuvent avoir une partie commune, ce qui exige des points de bifurcation.

Les bifurcations et le raccordement des différentes voies avec les voies d'exploitation nécessitent la construction d'appareils spéciaux. Ce sont les aiguilles de raccordement et les croisements de voie.

Avant d'aborder la description de ces organes, il est nécessaire de s'arrêter un moment à la direction et à la disposition à donner aux voies aux points de bifurcation, raccordement et embranchement.

Bifurcation



Lorsqu'un tronçon commun en voie double, se bifurque en deux lignes, également construites en voie double, ou l'une des lignes est le prolongement du tronçon commun; — ou le tronçon commun et les 2 lignes forment l'Y.

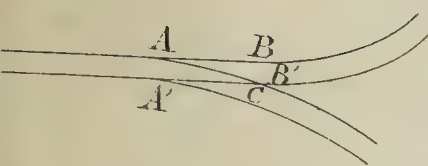
Dans l'un et l'autre cas, il faut un aiguillage.

Pour rendre plus claires les explications relatives à ce sujet, il faut noter que l'une des extrémités de l'organe désigné sous le nom d'aiguille est appelé pointe et l'autre talon.

Dans une bifurcation l'emploi des aiguilles est indispensable et de plus, l'une des aiguilles devra nécessairement être attaquée par la pointe.

Il est important, pour qu'une aiguille fonctionne bien et ne donne pas lieu à des déraillements fréquents, que l'une des branches soit rectiligne, une seule branche étant en courbe.

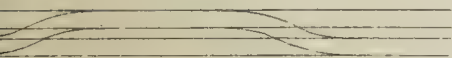
Pour le premier cas de bifurcation, l'emploi de ces aiguille est tout indiqué et ne présente pas de difficulté. On ramène facilement le second cas au premier par un léger artifice de construction qui consiste à ne pas faire partir du même point du tronçon commun les deux courbes de raccordement des deux branches.




Si l'aiguille de raccordement d'une des branches est placée en A A', on prolonge le tronçon commun en ligne droite jusqu'en B B' points situés au-delà du croisement C, et c'est en B B' que l'on fait commencer la courbe de raccordement de la seconde branche.

Raccordements de Lignes parallèles.

Dans le cas de raccordement de lignes parallèles, il est encore inévitable de placer des aiguilles qui doivent être attaquées par la pointe lorsqu'il devient nécessaire de se servir de ces raccordements.



Le raccordement se fait au moyen d'une courbe et d'une contre-courbe, mais on a soin de ne pas avoir une courbure continue, et d'interposer une tangente commune. On évite ainsi, d'une part, un effort de torsion sur le chassis du car au moment du changement de courbure; et, d'autre part, on effectue en ligne droite les intersections des rails.

Quelques raccordements, à Paris, ne sont pas construits de cette manière, et la contre-courbe succède immédiatement à la courbe. C'est un vice de construction, une faute commise sciemment par les Entrepreneurs en vue de diminuer la longueur du raccordement, que les compagnies n'auraient pas dû accepter, et que le service du contrôle aurait peut-être dû repousser.

Généralement les raccordements sont doubles, placés inversement et espacés l'un de l'autre de 12m.00.

Voies d'évitement

Lorsque les cars doivent attaquer des aiguilles par la pointe, on comprend facilement qu'il puisse y avoir des erreurs de direction quand le car manque l'aiguille, et même des déraillements. En effet il arrive quelquefois, sur une aiguille mal ouverte, mal forgée, ou quelque peu détériorée, que la première roue ayant pris une direction, la seconde en prenne une autre. Aussi a-t-on cherché

autant que possible à disposer les jonctions de voies de manière à ce que les cars attaquent les aiguilles par le talon. Dans ce cas, tous les inconvénients signalés disparaissent.

On obtient ce résultat pour tous les cas, à l'exception des deux qui viennent d'être indiqués, la bifurcation et le raccordement entre voies parallèles.

Dans la construction des voies d'évitement, ou dans le passage de voie simple en voie double, ce qui est identique, voici la disposition du tracé adopté pour arriver au résultat indiqué tout à l'heure.

descendant
mont.

On a une voie simple placée sur un point quelconque de la chaussée, et, à une certaine distance, la voie double qui doit constituer ou un prolongement en voie double, ou un évitement. Ce qui doit guider, dans le tracé, c'est le sens dans lequel les cars doivent parcourir la partie en voie double.

Il faut, par une ligne oblique, raccorder la voie simple avec la voie montante et raccorder la voie descendante sur cette ligne oblique vers le milieu. On obtient une bonne construction en donnant à la partie oblique une longueur de 50m. 00.

Dans le cas d'une voie d'évitement, à la suite de la partie double, ce serait la voie montante qui se raccorderait sur la partie oblique construite entre la voie descendante et le prolongement en voie unique.

On voit facilement que les cars, quand ils se présenteront à une pointe d'aiguille, ne la prendront pas et continueront leur trajet en ligne droite. Ils n'useront de ces organes que pour rentrer sur la voie unique et en les attaquant par le talon.

Terminus

Aux terminus des lignes pour passer de la voie d'arrivée à la voie de départ, il y a lieu d'effectuer un raccordement.

Là encore, le principe posé est applicable.

Terminus droit

La voie d'arrivée est raccordée en courbe, sans aiguillage avec la voie de départ; les aiguilles placées sur celles-ci sont prises par le talon pour le raccordement, et le car, au départ, les franchit en ligne droite sans avoir besoin d'en faire usage.

Terminus croisé.

Un cas tout spécial peut se présenter, c'est lorsque le terminus longe un trottoir. On doit dans ce cas, pour faciliter l'embarquement des voyageurs, disposer les voies de manière à ce que soit la voie de départ qui longe le trottoir sur lequel est ordinairement placé le bureau de contrôle.

Dans le cas où le trottoir se trouve placé du côté de la voie d'arrivée, on obtient le résultat cherché par un simple croisement des voies - c'est ce qui existe sur la place du Château-d'Eau.



Les raccordements de voies pour terminus qui viennent d'être indiqués, ne sont applicables qu'au cas où les cars n'ont pas besoin d'être retournés, et s'attèlent indifféremment par les deux extrémités.

Aiguilles.

Les aiguilles usitées consistent en une plaque de métal dans laquelle sont ouvertes deux ornières divergentes, dont l'une se trouve en prolongement de celle des rails. Ces plaques ont d'abord été faites en fonte ordinaire. Comme généralement elles n'ont pas une assiette assez régulière sur les plateaux en bois qui les supportent, elles se rompaient souvent. Alors on a remplacé la fonte de fer par de l'acier fondu, ou même par de l'acier forgé entaillé à la machine à raboter.

Une aiguille ainsi construite a été placée au carrefour de la rue du Fg St Martin et de la rue Lafayette, sous le passage de voitures lourdement chargées, tombereaux de charbon de terre, pierres de taille, et principalement tonnes de vidanges, d'un poids considérable, et donnant lieu à une circulation excessivement active ; ce spécimen a parfaitement résisté. La fonte ordinaire ne coûte, il est vrai, que 30f.r les 100 Kilogrammes ; en acier fondu 120f.00, en acier raboté 130f.00. Mais il faut ajouter que les aiguilles en fonte pèsent plus que les organes semblables en acier. Malgré la différence de prix il y a avantage à rejeter l'emploi de la fonte ordinaire ; c'est ce que font aujourd'hui les Compagnies.

Courbure des Aiguilles

Les aiguilles, comprenant deux ornières, l'une rectiligne, l'autre courbe se raccordant tangentiellement avec la première, il importe d'adopter pour les courbures des ornières des aiguillages les mêmes prescriptions que pour les courbes en général.

Sur les lignes de tramways du département de la Seine, on a commencé par employer des aiguilles ayant comme rayon de courbure du rail ~~concentrique~~ 16m.00, et 17m.44 pour le rail excentrique. On a promptement renoncé à cette disposition.

En effet, les cars abordant un aiguillage passent d'une partie rectiligne à une partie courbe, et si cette partie courbe a un petit rayon, il s'en suit un choc très-préjudiciable à la solidité des cars, et un effort de traction considérable.

Il en résultait encore un autre inconvénient. Si l'arc de cercle de l'aiguille était naturellement tangeant à la direction de la voie, ce n'était qu'avec des difficultés de pose assez grandes qu'on raccordait la courbe construite en rails et d'un rayon de 30m.00, au minimum, avec un arc de cercle d'un très-petit développement et d'un rayon de 16m.00. Presque toujours, il y avait un jarret, et par conséquent une nouvelle cause de dislocation des chassis des cars.

Les aiguilles aujourd'hui employées ont des rayons de 30m.00 pour les rails concentriques et de 31m.44 pour les rails excentriques; on raccorde facilement avec elles les courbes de 40 et 50 mètres de rayon et au-delà.

On a employé à Paris, et cet emploi doit être interdit d'une manière absolue, on a employé des aiguilles sans ornières courbes, de véritables V. C'est une faute grave de construction. Quand les cars prennent ces aiguilles ou qu'ils les quittent pour rentrer dans la voie principale, ils reçoivent au passage de chacun des essieux un choc assez violent et correspondant à l'effort nécessaire pour produire une déviation de 6 °/°. Aussi, quand les véhicules sont animés d'une certaine vitesse, la puissance vive développée acquiert une importance suffisante pour équilibrer le travail nécessaire au soulèvement de la voiture jusqu'à une hauteur égale à la saillie des boudins, et les cars déraillent.

Si pour la construction des aiguilles on s'arrête à un seul type, celui qui comporte des rayons de 30m et 31m.44, c'est qu'il y a avantage à satisfaire aux conditions suivantes:

1° N'avoir pas une multiplicité de modèles entre lesquels on pourrait établir quelque confusion;

2° Ne pas augmenter les dimensions de ces organes, ce qui, d'une part, rendrait la pose plus difficile, et de l'autre, en diminuerait la résistance.

Les aiguilles de 30m de rayon ont 3m.14 de longueur et celles de 31m.44, 3m.29. Toutes deux sont composées de deux morceaux. Toute augmentation du rayon de courbure conduirait à une augmentation de longueur; Car il est nécessaire que les deux rails qui viennent s'accoler au au talon de l'aiguille laissent entr'eux un intervalle suffisant pour y placer un pavé des plus petites dimensions c'est à dire de 0m.10.

Une disposition, qui n'a été que peu employée, permet de diminuer la

longueur des aiguilles, ou d'augmenter le rayon de courbure. C'est l'emploi d'un pavé artificiel, fabriqué sur place et consistant en un béton de ciment recouvert d'un enduit en bitume qui est logé dans l'angle des rails convergents.

Aiguilles ouvertes

Les aiguilles employées sont de deux sortes, les aiguilles ouvertes et les aiguilles mobiles.

Les aiguilles ouvertes sont celles dans lesquelles les deux ornières sont constamment ouvertes et qui suffisent toutes les fois que les cars les attaquent par le talon.

Lorsque la traction se fait par chevaux, on emploie également les aiguilles ouvertes, pour les raccordements de voies parallèles, parce qu'on ne se sert que très rarement de ces raccordements. Alors, pour prendre l'aiguille, on rejette les chevaux de côté et l'on exerce une traction oblique (ce qu'on appelle faire braquer les chevaux), qui suffit pour prendre l'aiguille. Mais avec une traction mécanique, le braquage n'étant pas possible, il faudrait employer la seconde sorte d'aiguilles. Cependant, quelquefois on se contente de placer sur l'aiguille une pièce complètement mobile qui fait coin, et est maintenue par deux tenons pénétrant dans des trous préparés à l'avance dans la plaque métallique.

Aiguilles mobiles

Les aiguilles mobiles diffèrent des précédentes en ce que la pointe qui sépare les deux ornières est prolongée, et mobile autour d'un axe vertical placé près de l'extrémité la plus large de la partie mobile. Cette pointe en acier forgé est manœuvrée par le conducteur du car de manière à oblitérer soit l'une, soit l'autre des ornières suivant la voie doit être parcourue.

Aiguilles à ressort

Quelquefois, lorsque tous les cars allant dans un sens doivent prendre l'aiguille, et que les cars de retour seuls nécessitent le déplacement de la pointe, on emploie des aiguilles à ressort, c'est-à-dire dont la partie mobile est fixée par deux boulons verticaux, placés à 0.$^{m}$20 environ l'un de l'autre, et dont la partie effilée fait ressort sous la pression latérale des boudins du car qui rentre dans la voie.

Ce système est défectueux parceque la pointe qui fait ressort se détrempe rapidement par suite des vibrations répétées auxquelles elle est soumise, et perd son élasticité. Il faut changer ces pointes à Paris, tous les mois, environ.

Il faut d'ailleurs remarquer que, dans ce cas, on peut éviter l'emploi

d'une aiguille mobile et se contenter d'une aiguille ouverte, au moyen de la légère déviation indiquée ci-dessus, et en raccordant la voie de retour au milieu de cette déviation. L'emploi d'aiguilles mobiles, à ressort ou non, n'est donc motivé dans ce cas, que par une circonstance qui peut être appelée une faute de construction et qui a quelquefois été prescrite par des Ingénieurs, en vue d'un aspect plus satisfaisant sur les plans du projet, du tracé des voies principales et des évitements.

Chacune de ces sortes d'aiguilles comporte quatre modèles de fonte qu'on dénomme en partant de cette convention, qu'on regarde l'aiguille par la pointe.



Il y a l'aiguille à droite. Table de roulement infléchi à droite, le contre rail restant rectiligne.

L'aiguille à gauche. La table de roulement restant rectiligne.

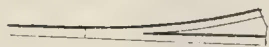


Ces deux modèles servent au rail de droite de la voie. Le rayon de courbure du premier (courbe concentrique) est de 30m.00; le rayon de courbure du second (courbe excentrique) est de 31.44.

Il faut deux modèles analogues pour le rail de gauche de la voie.



Aiguille à droite; - contrerail infléchi à droite, la table de roulement restant rectiligne.



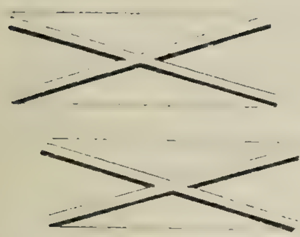
Aiguille à gauche; Table de roulement infléchie à gauche, le contrerail restant rectiligne.

La première (courbe excentrique) a un rayon de courbure de 31m.44, la seconde (courbe concentrique), un rayon de courbure de 30m.00.

Croisement.

Les différents agencements de voies dont il vient d'être parlé, doublement d'une voie simple, voies d'évitement, raccordements des voies parallèles, et raccordements des terminus, nécessitent des croisements. Dans ces différents cas comme le constructeur reste maître de l'inclinaison des croisements; - qu'il est de règle de les effectuer en ligne droite; on peut déterminer à l'avance l'angle que les rails feront à leur rencontre. Cet angle est ordinairement fixé à 10°.

Cette disposition permet d'employer pour ces croisements des organes speciaux, en fonte de fer ou d'acier, qui présentent des dispositions analogues à celles des aiguilles avec cet avantage, cependant, qu'il n'y a aucun élément courbe. Aussi les modèles peuvent-ils se réduire à deux.



1° Contrerails se rencontrant sur une moitié du croisement, tables de roulement se rencontrant sur l'autre moitié.

2° Contrerails rencontrant la table de roulement.

Les plaques d'aiguillage et les plaques de croisement sont posées sur des plateaux en bois dont les dimensions sont calculées de manière que la hauteur totale, bois et métal, soit égale à la hauteur de la longuerine et du rail. Elles sont fixées sur les plateaux par des boulons verticaux ou des agraffes latérales suivant le mode d'attache adopté pour les rails

Croisements à rails coupés.

Quand l'incidence des rails l'un sur l'autre est obligatoire et ne peut être réglé à l'avance, comme dans le cas des bifurcations de voies doubles, du croisement de deux lignes, etc. il serait trop onéreux de faire, pour chaque cas particulier, préparer une pièce de fonte. Le croisement est alors opéré de la manière suivante.

L'un des rails est interrompu. Les extrémités aboutissant au rail continu sont taillées en biseau, suivant l'angle d'incidence; - quant au rail continu il est simplement entaillé au burin, à la partie supérieure, de manière à livrer passage aux boudins des roues. Les deux rails doivent être rendus solidaires au moyen d'équerres en fer et de boulons qui réunissent les longuerines.

Cette précaution est indispensable et doit toujours être exigée; afin d'assurer d'une manière permanente la juxtaposition et le nivellement des rails.

Croisement des lignes Lignes de Tramways

Lorsque deux lignes de tramways se rencontrent, il est admis sans contestation et sans difficulté, que les rails doivent être entaillés pour laisser le passage libre aux boudins des roues des véhicules de chacune des deux lignes mêmes lorsqu'elles appartiennent à des compagnies différentes.

Lignes de tramways et lignes de railways

Mais, l'accord n'est pas aussi facile quand les voies de tramways sont établies sur des chaussées que les Compagnies de chemins de fer traversent à niveau, comme cela a lieu sur l'avenue de S^t Ouen (Ligne de la place Moncey à S^t Denis par S^t Ouen) près de la porte de Pantin (Ligne du Château d'Eau à Pantin), et et enfin, Rue de Montreuil, Ligne de la place du Trône à Montreuil.

Bien que les Compagnies de Chemin de fer se soient par tolérance établies sur la voie publique, elles opposent une vive résistance à ce que leurs rails présentent la moindre solution de continuité.

C'est en vain qu'on a fait observer qu'en plusieurs endroits sur leurs

propres lignes[a], et généralement aux bifurcations de voies et sur les plaques tournantes, les rails sont interrompus; - que les convois doivent toujours traverser les passages à niveau avec des vitesses modérées; que l'abaissement d'essieu résultant du passage de la roue sur une entaille de 0.025 à 0.030, n'est pas de 1/10 de millimètre; - et que le choc qui peut en être la conséquence n'a pas plus d'importance que le choc qui se produit à chaque extrémité des rails, leur voie est une arche sainte à laquelle elles ne permettent pas de toucher.

L'administration a dû prendre des décisions spéciales. La première fois que cette question a été portée au Conseil général des Ponts et Chaussées (Ligne de St Denis par St Ouen), le Conseil général s'est ému de cette condition réclamée avec les plus vives instances par la Compagnie du chemin de fer de Ceinture, d'être dégagée de toute responsabilité en cas d'accidents, d'avaries et même de simple retard du service, si on imposait une modification quelconque de leurs voies. Aussi a-t-il été décidé que la Compagnie de tramway devait faire passer ses cars par dessus les rails du chemin de fer, tout en restant assujettie à cette condition que les rails continueraient à ne faire aucune saillie sur la chaussée.

Il en résulte que chaque roue portant seulement sur le boudin, rencontre un plan incliné qui la ramène à la hauteur voulue; qu'elle porte sur le rail de la Compagnie du Chemin de fer de Ceinture: - franchit, en subissant un choc effroyable, l'intervalle de 0m.050 à 0m.055 qui sépare le rail du contrerail; - et ne retrouve le plan incliné qui lui permet de rentrer dans son ornière qu'au delà du contrerail.

Ainsi pour les deux voies du chemin de fer de ceinture, chaque roue du car de tramway exécute quatre fois ce travail, soit 16 fois pour les 4 roues du car; et chaque fois qu'une roue franchit ce faîte du rail et du contrerail du railway, elle cesse d'être guidée sur une longueur d'environ 25 à 30 centimètres. Les chances de déraillement sont nombreuses et les éventualités redoutables. Qu'on se figure un déraillement sur la voie du chemin de fer au milieu du concours de voitures marchant dans les deux sens, et que la fermeture des barrières a accumulées sur ce point!!!

Sur la ligne de la place du Trône à Montreuil, la compagnie des Tramways Sud n'ayant pas voulu engager la controverse à ce sujet, a appliqué la solution prescrite pour l'Avenue de St Ouen.

Mais la question a surgi de nouveau pour la ligne de la place du Château-d'Eau à Pantin. Sur ce point, l'Administration édifiée sur les dangers que présente la solution de l'Avenue de St Ouen aussi bien que sur l'innocuité des petites entailles à pratiquer dans les rails du railway, a prescrit ces entailles, sous la condition de placer

(a) On peut citer le croisement du Chemin de fer des Charentes avec les rails du Chemin de fer d'Orléans à Rochefort.

des traverses supplémentaires sous les points entaillés, condition qui avait été proposée par la compagnie des tramways elle-même.

Il y a lieu d'espérer que cette décision ministérielle fera précédent et déterminera la jurisprudence.

S'il en est ainsi, pour assurer la stabilité des croisements, il y aura avantage à remplacer la coupure des rails des tramways et l'entaille des rails du railway par des pièces en acier solidement établies sur plateau et présentant des dispositions analogues à celles des plaques tournantes. Cette disposition avait été projetée par la Compagnie des Tramways Nord pour le passage à niveau de l'avenue de St Ouen.

Angles aigus des rails

Les croisements de voie, surtout lorsqu'ils se font sous des angles aigus, donnent lieu à des difficultés assez sérieuses pour le pavage.

C'est pour remédier à ces difficultés que les plaques d'aiguillage avaient été prolongées de manière à ce que l'intervalle entre les rails convergents atteignit au moins la dimension du plus petit échantillon de pavés, soit 0m.10

Ce mode de construction n'a pas toujours été suivi pour les aiguilles, et il ne peut pas être employé pour les croisements à rails interrompus. Pour remplir les angles aigus que forment les rails à leur jonction on a usé des moyens suivants:

1° Une pièce de bois séparée ou même faisant partie du plateau sur lequel est posé l'aiguille, et revêtue d'une plaque de tôle quelquefois striée.

La plaque de tôle est arrachée après un usage très-peu prolongé.

2° Des pavés en bois enfoncés à force entre les longuerines et dont les derniers sont boulonnés.

Au bout de très-peu de temps les pavés simplement coincés remontent et font saillie sur la chaussée; ou le gonflement du bois dérange la pose de la voie;

3° Un pavé artificiel, en béton de ciment, moulé sur place, et recouvert à la surface d'une couche d'asphalte de 0.030 d'épaisseur.

C'est le procédé déjà signalé précédemment, et qui, à tous égards, est le plus solide. Il présente en outre ce grand avantage de permettre de diminuer la longueur des aiguilles; car le pavé artificiel peut avoir un angle non tronqué. Le seul reproche qui ait été fait à ce mode de construction, employé sur certaines lignes des Tramways-Nord, c'est que dans le remaniement des voies le pavé artificiel est désagrégé et qu'il faut le remplacer. La valeur de cette objection

T. 5.

peut être facilement chiffrée: chacun de ces pavés coûte 0f.60. Il n'y a donc pas lieu de s'arrêter à cette objection et, le cas échéant, on doit prescrire ce mode de raccordement du pavage avec les voies de tramways, dans les angles aigus.

Des Terminus

Le mode de construction des terminus qui a été précédemment indiqué ne s'applique qu'au cas où les cars peuvent être indifféremment attelés à chaque extrémité, sans avoir besoin d'être retournés.

Ce cas n'est pas général. Cette construction, d'ailleurs, ne peut être employée dans le cas de la traction mécanique à laquelle très-certainement appartient l'avenir de l'exploitation des tramways. Il faut donc s'arrêter sur cette question, et indiquer ce qui a été fait jusqu'à ce jour, ainsi que les modifications que ces premières applications peuvent recevoir dans l'avenir

Quand, par suite du mode de construction des cars (voitures de la Compagnie Générale des Omnibus) ou du mode de traction, les véhicules doivent être retournés, il faut recourir à des dispositions spéciales. Il y en trois qui ont reçu des applications.

1°. Une boucle,

2° Une plaque tournante.

3°. Le triangle americain.

Boucles de la Cie Gle des Omnibus.

Pour la construction d'une boucle complète pouvant servir au passage des cars à essieux fixes et parallèles, il faut pouvoir disposer d'un emplacement assez considérable pour y développer une demi-circonférence de 60m.00 de diamètre ou d'au moins 50m.00, si on admet le rayon de courbure de 25 mètres.

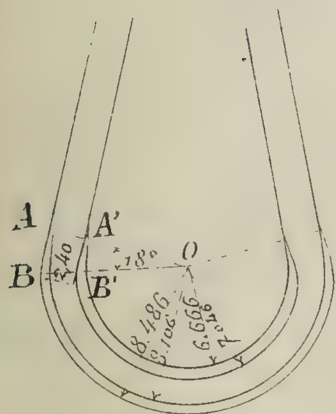
On trouve trop rarement de tels espaces pour qu'il y ait lieu de s'arrêter à cette hypothèse. Du reste, dans ce cas, il n'y a pas de dispositions spéciales à adopter.

Cette dimension du diamètre de la boucle peut être considérablement réduite, quand on met en circulation des cars dont les essieux ne sont pas invariablement parallèles, et dont l'avant-train est mobile autour d'un axe vertical. C'est la cas des véhicules de la Cie Gale des Omnibus.

Cette Compagnie a obtenu le retournement de ses cars au moyen d'une sorte de raquette fort ingénieusement combinée. Les dimensions de cette raquette sont rigoureusement déterminées par les données suivantes:

1°, L'espacement des essieux

2°, L'angle de déviation du timon sur l'axe longitudinal du véhicule, ou, ce qui revient au même, l'angle constant que doivent faire les deux essieux pendant le mouvement de rotation de la voiture




L'espacement des essieux est de 2m.40

Au moment où les roues de l'avant-train sont arrivées aux points BB' les roues de l'essieu d'arrière sont aux points AA', à 2m.40 de distance. Si à ce moment on oblique le timon, et par conséquent l'essieu d'avant d'un certain angle qui sera maintenu invariable, pendant que les roues d'avant parcourront des circonférences excentriques qui viendront couper la partie rectiligne de la voie sous un angle égal à l'angle de déviation les roues d'arrière suivront des circonférences concentriques tangentes à la direction rectiligne des rails.

On voit immédiatement que les roues d'avant et les roues d'arrière suivront des pistes différentes ; il faut donc quatre rails au lieu de deux pour les recevoir et l'écartement des pistes sera donné par la formule $E' = 2^{m}.40 \tan \alpha$, $\alpha$ étant l'angle de déviation. Les rayons des circonférences sont également fonctions d'$\alpha$. Le rayon moyen est donné par la formule $R = \frac{2.40}{\tan \alpha}$.

La Compagnie Générale des Omnibus a pris pour $\alpha$ une valeur invariable de 18°.

Quand les chevaux appuyant sur le timon lui ont fait décrire un angle de 18°, celui-ci, ou plutôt un appendice de la couronne de l'avant-train, rencontre un heurtoir qui arrête le mouvement de rotation, et, la pression latérale des chevaux s'exerçant toujours, l'angle de déviation reste constant et égale à 18°.

Dans ces conditions, le rayon de la circonférence concentrique est de 6m.666 et le rayon du rail extérieur correspondant de 6m.666 + 1.44 = 8m.106.

Le rayon de la circonférence excentrique est de 8m.486, le rayon du rail intérieur correspondant de 8m.486 − 1.44, soit 7m.046, l'excentricité des pistes est de 0m.380.

Pour bien prendre les courbes sans dérailler il est nécessaire que les cochers soient assez exercés. La manoeuvre est facilitée par une dépression dans le rail au point A, sorte de flâche dans laquelle tombe

la roue d'arrière du véhicule. Quand le cocher sent ce mouvement, il doit arrêter ses chevaux, lever le verrou qui dans le parcours ordinaire maintient l'avant-train dans un état immuable de manière à ce que les essieux soient parallèles; enfin, obliquer ses chevaux avant de reprendre le mouvement en avant.

Il faut observer que dans le mouvement de rotation de l'avant-train, la roue située sur le rail extérieur prend un mouvement en avant, et la roue située sur le rail intérieur un mouvement de recul. Aussi au point B' on met une plaque en fonte sur laquelle le recul s'opère sans résistance.

Au bout d'un certain temps d'exercice, les cochers arrivent à faire cette manœuvre sans déraillement et sans avoir besoin d'observer le temps d'arrêt que j'ai signalé ci-dessus. Ils lèvent le verrou un peu à l'avance, les chevaux qui sont toujours au pas suivent les courbes tracées et sont d'ailleurs guidés par la résistance qui serait dû au coincement des boudins dans les rails s'ils obliquaient trop tôt. La réussite de la maneuvre doit en réalité être attribuée autant aux chevaux qu'aux cochers; car il est à remarquer que, même entre les mains des meilleurs cochers, les chevaux neufs déraillent régulièrement jusqu'à ce qu'ils aient acquis une habitude suffisante du parcours sur les raquettes.

Quand ils ne s'agit que d'une déviation de la voiture telle qu'elle résultes de la rencontre de deux rues se coupant à angle droit, les rayons des courbes peuvent être augmentés. Dans ce cas la déviation diminue ainsi que l'intervalle des pistes.

Plaques tournantes

Pour les véhicules à essieux fixes et qui ne peuvent s'atteler qu'à une de leurs extrémités, ce qui est le cas ordinaire des machines appliquées à la traction des cars, ou à la locomotion des voitures automobiles, il faut avoir recours à d'autres dispositions.

Celle qui se présente la première à l'esprit, c'est la disposition adoptée par les Compagnies de Chemins de fer, l'emploi de la plaque tournante. Mais les plaques tournantes des Chemins de fer sont composées d'une partie cylindrique, munie de rayons armés de galets roulant sur des bandes métalliques et sont recouvertes à leur partie supérieure par des plaques de fonte ou de tôle ou par un plancher en bois. Or les tramways étant

établis sur les chaussées, des plaques tournantes ainsi constituées ne sont pas admissibles. La partie métallique ou ligneuse placée à la surface du sol eût constitué une cause permanente de graves et fâcheux accidents pour les chevaux.

Des constructeurs de voitures et de matériel de chemin de fer, M. M. Delettrez, ont étudié une plaque tournante d'un petit diamètre destinée aux voitures de tramways et au petit matériel de chemin de fer, manoeuvrant avec la même facilité soit qu'elle se trouve placée horizontalement ou sur un plan un peu incliné. Elle peut ainsi être placée sur le revers d'une chaussée sans qu'il soit nécessaire de changer le profil transversal de celle-ci. Enfin, sur l'indication d'un Ingénieur des Ponts et Chaussées, au lieu d'un cylindre ouvert à la partie inférieure et fermé à la partie supérieure par des plaques métalliques ou ligneuses, le cylindre est fermé par un fonds qui couvre les appareils de rotation et forme une sorte de cuve dans laquelle l'on peut établir un pavage complet soit en pavés de grès, soit en pavés de bois, soit en briques minéralisées, et qui permet la circulation des chevaux sans présenter aucune cause d'accidents. La partie métallique apparente sur la surface de la chaussée se compose seulement de la section des deux cylindres concentriques d'une faible épaisseur.

Ce système, présenté à M.r l'Inspecteur général, directeur des travaux de la Ville de Paris, a reçu son approbation. Il va être appliqué sur les tramways de Nantes, et probablement à Paris, sur le prolongement jusqu'au boulevard Haussmann de la ligne de St. Denis à la place Moncey, lorsque l'exploitation en sera faite par traction de locomotives à air comprimé.

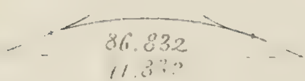
Triangles américains

Un autre système qui peut présenter plus d'avantages au point de vue de l'économie du matériel fixe, mais qui exige un emplacement libre assez considérable, est usité aux Etats-Unis; c'est ce qu'on appelle le triangle américain.

C'est un triangle curviligne, formé généralement par trois arcs de cercle de rayons égaux. Son inconvénient principal est de présenter un trop grand développement et d'exiger ainsi beaucoup de place sur les chaussées. Aussi ne peut-il être construit que sur une grande place ou sur un carrefour de larges rues.

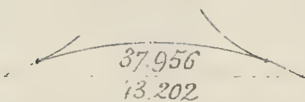
Les triangles américains construits jusqu'à ce jour sont de deux sortes :

1°. Ceux qui sont placés à l'extrêmité d'une voie unique ;




2°. Ceux qui sont placés à l'extrêmité d'une voie double ;

La construction d'un triangle américain pour voie unique exige l'emploi de trois jeux d'aiguilles - de deux jeux seulement quand la voie est double. — Pour la manœuvre de ces aiguilles, il est nécessaire qu'à la base du triangle à chaque angle soit construite une partie rectiligne de 6 mètres au moins.



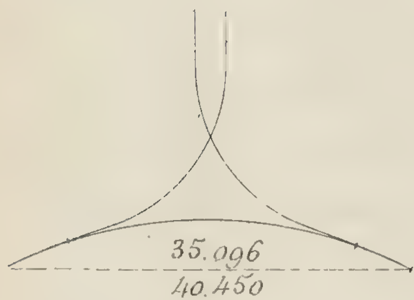

Dans ces conditions, pour un rayon de courbure de 30.m00 la base du triangle pour voie unique à 41m.832 de longueur ; et pour un rayon de courbure de 25m.00 cette base est réduite à 36m.832,

La base des triangles pour voie double ; avec une entrevoie de 1m.00 entre les rails, est pour un rayon de courbure de 30m.00 de 43.m202 ; et pour un rayon de courbure de 25m.00 de 37m.956.

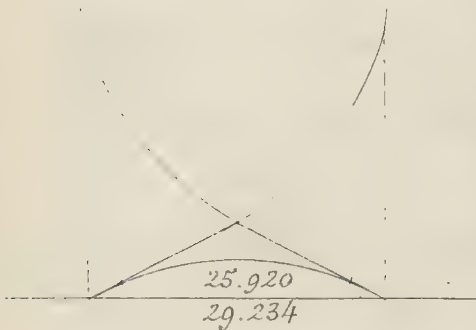
Ce grand développement est une gêne et souvent un impédimentum. Il est utile d'indiquer très-sommairement la construction qui a été imaginée pour réduire les dimensions de la base des triangles américains.

Cet artifice de construction n'est applicable qu'en cas de voie double. — Pour la voie simple la base du triangle ne peut être diminuée que si on diminue le rayon de courbure.

Pour la voie double on obtient une réduction de la base en croisant les voies, Avec les données que nous avons admises tout à l'heure la base du triangle américain n'a plus que 40m.450 au lieu de 43m.202 pour un rayon de 30m.00 et 35m.096 au lieu de 37m.956 pour un rayon de 25m.00.




Le bénéfice n'est pas bien considérable ; mais si on remarque que plus l'entrevoie augmente, plus la base du triangle diminue, on en conclut que tout le système, voies et triangle, peut être renfermé dans un parallélogramme dont la largeur minimum sera obtenue lorsque la zone des tramways, y compris l'entrevoie, sera égale à la base du triangle. On arrive ainsi, pour un rayon de 30.m00 à une longueur de base de 29m.234 et pour un rayon de 25m.00, à 25m.920, mesurés entre les rails extérieurs, ce qui donne pour l'entrevoie 26m.374 et 23m.040. Le bénéfice réalisé est donc de 13.968 si on admet un rayon de 30m.00 et 12.036 si on admet un rayon de 25m.00. — Ce sont des maximum.



Pour terminer ce qui concerne la construction des voies de tramways, il ne reste plus à parler que de l'influence des pentes et rampes. Ce sera la transition naturelle à quelques considérations sur l'exploitation; car on ne peut traiter cette question sans tenir compte du poids des véhicules qui devront circuler sur les voies.

Des pentes et rampes

Dans la traction, l'effort à exercer dépend non-seulement de la résistance au roulement des véhicules sur la voie qu'il s'agit de parcourir, mais encore des pentes et rampes, c'est à dire du mouvement ascensionnel.

En France, il est rare que des lignes de tramways soient établies sur des chaussées présentant une déclivité supérieure au vingtième c'est à dire 0m.050 par mètre. C'est l'inclinaison maximum que l'on rencontre sur la rampe d'accès du Pont de Neuilly, commune de Puteaux.

La Compagnie des Tramways-Nord franchit cette rampe, qui d'ailleurs est courte, avec un cheval de renfort, mis sur un car qui n'est attelé que d'un seul cheval.

La rampe de l'avenue de Clichy atteint jusqu'à 0m.044 par mètre d'inclinaison. Elle est franchie à l'aide d'un cheval de renfort ajouté sur un car attelé de deux chevaux. La rampe est longue, mais elle n'a pas partout la même déclivité.

Il faut ajouter que les cars des Tramways-Nord sont sans impériales, et par conséquent relativement légers. On doit estimer le poids mort à 1.700 KG. Le nombre des voyageurs étant de 32, soit 34 avec le conducteur et le cocher, on a un poids total maximum de 3916 K. à traîner.

La compagnie des Tramways-Sud franchit, sur l'avenue Joséphine, une rampe de 0.032 par mètre, et dans la rue Jeanne d'Arc une rampe de près de 0,050 mais courte. Les cars sont attelés de de 2 chevaux et ils effectuent ces parcours avec un seul cheval de renfort.

Les cars sont munis d'impériales; leur poids mort est de 2300 K. Le nombre des places de 40, soit avec conducteur et cocher, 42. Le poids total à traîner est d'environ 5000 K. Les chevaux employés sur ces lignes sont très-forts et c'est à peu près le maximum de travail que

l'on puisse leur demander. En effet l'effort de traction en palier, pour un mètre de parcours et pour un poids de 5000 k, est de 50 Kilogrammètres. Chaque millimètre de dénivellation correspond à un effort de traction de 1 Kilogramme par tonne, soit 5 K. Pour 50 millimètres d'inclinaison on devra compter un travail de 5.00×50 ou 250 Kilogrammètres, soit en tout 300 Kilogrammètres de travail pour trois chevaux soit 100 Kilogrammètres par cheval.

On estime qu'en moyenne l'effort continu de traction d'un cheval de bonne force et au pas varie de 50 à 80 K, soit 80 kilogrammètres par mètre. L'effort exceptionnel du coup de collier peut varier de 80 à 120. On voit donc que, dans le cas indiqué, les chevaux, sur toute la longueur de la rampe de 0.050 seront suivant l'expression vulgaire en coup de collier.

Pour les voitures de la compagnie des omnibus dont le poids mort est d'au moins 2.800 K (M. Rousselle indique 2.950 K) et le nombre de places de 48, soit 50 avec le conducteur et le cocher, l'effort de traction sur une rampe de 0m.050 par mètre, serait 60.50+6.05×50=363 Kilogrammètres soit un travail de 125 Kilogrammètres par cheval. Ce serait une exploitation bien difficile.

En Belgique les tramways franchissent, à Bruxelles, la rampe du jardin botanique qui a de 0m.80 à 0m.90 d'inclinaison. Mais ces voitures pèsent au plus 1.600 K. de poids mort, ne portent que 34 personnes et reçoivent 2 chevaux de renfort, en tout 4 chevaux.

En Portugal, sur la ligne de Lisbonne à Beylen, on remonte de courtes rampes qui ont de 0m.100 à 0m.120 par mètre d'inclinaison. Ces voitures, sans impériales et par conséquent d'un poids modéré, sont dans ces circonstances attelées de 5 mules.

Maximum des rampes

La détermination du maximum d'inclinaison des rampes dépend de deux éléments différents, le bon état et la propreté de la voie, d'une part; — de l'autre, le poids des cars à charge complète.

On peut pour la première condition admettre le chiffre de 10 K de traction par tonne afin de n'avoir pas de mécompte; mais on ne peut que plus difficilement déterminer le poids des cars. Pour l'exploitation avec des chevaux, il y aurait lieu d'admettre, comme règle générale, un maximum d'inclinaison de 0.040

Avec exploitation de chevaux.

avec dérogations exceptionnelles soumises à des prescriptions spéciales pour le poids des voitures. Mais ce qui paraît encore préférable, c'est de se borner à donner des indications générales et laisser faire l'industrie, toutes les fois que les rampes à gravir oscilleraient aux environs de la limite ci-dessus établie.

Avec exploitations de Machines.

Remorqueurs

Quant à la traction au moyen de machines (locomotives à vapeur ou à air comprimé), les bases du calcul sont différentes. Il faut principalement avoir égard à l'adhérence du moteur sur les rails.

Le coefficient d'adhérence varie dans des limites très-étendues, (de $\frac{1}{9}$ à $\frac{1}{17}$), suivant l'état de la voie. Par certains brouillards, les roues patinent très-facilement, et c'est dans ces conditions qu'on descend au $\frac{1}{17}$ du poids total; mais cet état désavantageux peut être modifié par un léger sablage. On admet avec sécurité le $\frac{1}{12}$.

La détermination du maximum des rampes dépendra du poids des remorqueurs; mais cet élément peut et doit être limité à cause de la nécessité du maintien du profil de la voie publique. La limite à imposer peut être de 10 tonnes, puisque des chargements de pierre, pesant de 12 à 15 tonnes parcourent fréquemment les voies publiques.

Il n'y a pas lieu de croire que le maximum soit atteint dans la pratique. Les cars automobiles à air comprimé, les plus lourds des véhicules, puisque, outre les organes de traction et les réservoirs, ils portent encore les voyageurs, ne dépassent pas 8 tonnes. C'est sur ce chiffre que sont établis les calculs suivants.

En supposant les roues couplées, pour se mettre dans les meilleures conditions d'utilisation du poids; en admettant une adhérence de $\frac{1}{12}$; - la force de traction sera de 666$^{K}$.67. Le poids du remorqueur étant de 8 tonnes, et le poids du plus grand car, celui de la Compagnie Générale des Omnibus, de 6.050$^{K}$, soit ensemble 14.050, l'effort de traction en palier sera de 140$^{K}$.50. Il reste donc disponible pour gravir les rampes une force de traction de 666$^{K}$.67 - 140.50 = 526.17.

L'effort ascensionnel par millimètre sera de 14$^{m}$.05 L'inclinaison de la rampe, comptée en millimètres, devra donc être de $\frac{526.17}{14.05}$ = 0.03745. - avec les voitures de 2.300$^{K}$, l'inclinaison pourrait être portée à 0$^{m}$.040.

On pourra donc également, dans le cas des voitures remorquées mécaniquement, admettre l'inclinaison de 0.040 par mètre.

Avec voitures automobiles

Pour des inclinaisons plus fortes, les voitures automobiles présentent de grands et incontestables avantages.

En effet, avec un seul véhicule, le poids mort diminue et le poids total à transporter contribue à l'adhérence.

La voiture automobile qui a fonctionné à Courbevoie évoluait avec facilité sur la rampe de 0.050, et cependant ses roues n'étaient pas couplées.

Pour un poids de 8 tonnes, car et voyageurs compris, la force d'adhérence est, comme il a été dit tout-à-l'heure, de 666$^{k}$.67. L'effort de traction en palier n'étant que de 80$^{k}$ il reste disponible pour gravir les rampes 666$^{k}$.67 – 80 = 586.67; ce qui permet de gravir des rampes de $\frac{586.67}{8}$ = 73$^{m/m}$.33. On voit qu'il sera possible, dans ce cas, d'obtenir la locomotion sur des rampes atteignant la déclivité d'environ 0$^{m}$.080 par mètre.

Pentes

Quant aux pentes, il n'y a rien de particulier à en dire. Quand on obtient l'adhérence à la montée, le calage des roues donne l'arrêt à la descente. Dans le cas des voitures remorquées, cet arrêt est très facile, en effet, l'adhérence du remorqueur est seul utilisé pour la marche, tandis qu'en calant les roues du remorqueur et du car remorqué, l'adhérence des deux véhicules contribue à l'arrêt.

On peut dire, en résumé, qu'une exploitation de tramway à traction de chevaux devient difficile avec des rampes dépassant 0.040.

Une exploitation de tramways avec remorqueurs mécaniques (vapeur ou air comprimé, doit être renfermée dans les mêmes limites.

Une exploitation de tramways, au moyen de voitures automobiles, peut être faite sur des rampes atteignant jusqu'à 0$^{m}$.080 par mètre.

Prix de Construction des voies.

Il reste un dernier mot à dire sur le prix de la construction des lignes de tramways.

Le prix de construction de la voie proprement dite ne s'élève pas à plus de 21$^{f}$.00. Mais, comme l'administration prescrit que toutes les voies soient pavées, non seulement dans l'intervalle compris entre les rails extrêmes, mais encore avec adjonction, de chaque côté, d'une bande de 0.$^{m}$40, il faut distinguer le cas où les voies sont construites sur les chaussées déjà pavées, et celui où elles doivent être établies sur des routes de terre ou sur chaussées empierrées.

Dans le premier cas le prix de construction doit être estimé à 35f.„ par mètre courant et dans le second cas à 60f.00.

Ces prix sont ceux du département de la Seine ; mais, comme ils sont susceptibles de variations importantes, suivant les différentes localités, il est utile d'en préciser le détail.

Partie métallique pour 6m.00 de longueur.

| | |
|---|---|
| 2 rails d'acier de 6m.00 soit 12m.00 à 21k = 252k„ | |
| 252k„ à 270 ‰ | 68f.040 |
| 2 fourrures d'extrémité de rails, à 0k.800 chacune | |
| 1k.600 à 270k‰ | 0.432 |
| 30 crampons de 0k.200 chacun 11k.200 à 0f.65 | 3.900 |
| 4 entretoises en fer plat à 7k l'une, accessoires compris. | |
| 28k à 0f.55 | 15.400 |
| 4 longuerines en chêne de 3m.00 à 5f.50 l'une | 22.000 |
| | 110f.132 |
| Plus-value pour fonte et bois d'aiguillage et croisement | |
| Plus-value 1/15 | 7.440 |
| Pose de 6m.00 de voie droite à 1f.25 — 7f.50 | |
| Plus-value pour courbes et aiguillages 1/10 — 0.75 | 8.250 |
| Total pour 6m.00 | 125f.822 |

Soit par mètre courant 20f.95 soit 21f.00

Pavage au mètre courant de voie simple.

---

Sur chaussées déjà pavées :

| | | |
|---|---|---|
| Démolition, terrassement, fourniture de sable et façon de pavage | 6f.50 | |
| Fourniture de boutisses et remplacement de vieux pavés | 5.00 | |
| (Les vieux pavés restant la propriété de la Cie) | | 11.50 |
| à Reporter..... | | 11f.50 |

11.50

Sur chaussées empierrées

| | | |
|---|---|---|
| Démolition de macadam et fouille | 1f.80 | |
| Transport des déblais de terre | 1.50 | |
| Pavage y compris fourniture de sable et de pavés | 33.70 | |
| | | 37f.00 |

Construction d'un mètre courant de voie simple sur chaussée déjà pavée

| | |
|---|---|
| Partie métallique ; fourniture et pose | 21f.00 |
| Pavage | 11.50 |
| Raccordement de pavage en dehors de la zone du tramway | 1.00 |
| Travaux accessoires, déplacement de bordures de trottoirs et modification de bouches ou regards d'égouts | 1.50 |
| Total ..... | 35f.00 |

Sur chaussée empierrées

| | |
|---|---|
| Partie métallique ; fourniture et pose | 21f.00 |
| Pavage | 37.00 |
| Travaux accessoires | 1.50 |
| Total | 59f.50 |

Soit 60 francs.

Ces prix comprennent tous faux-frais et droits d'octroi.

Il est un point spécial qui mérite de fixer particulièrement l'attention. On a estimé à 1f.50 par mètre courant de voie simple les frais accessoires de reculement de bordures de trottoirs et de raccordement d'égout, lorsque cette mesure est nécessaire pour donner à la chaussée la largeur exigible. Cette évaluation est suffisante dans les cas ordinaires. Elle résulte du relevé des travaux exécutés dans le département de la Seine pour les compagnies de Tramways - Nord et Sud, mais elle dépend, non seulement des exigences des chefs de service, mais encore des circonstances exceptionnelles dans lesquelles on peut se trouver.

Ainsi, pour la construction d'un tronçon de tramways à établir

entre la rue Lecourbe et le pont des Invalides, sur une partie de l'avenue de Lamothe-Piquet, celle qui se trouve entre l'École militaire et l'avenue de Latour-Maubourg, d'une longueur de 412m.00, le devis estimatif dressé par l'Ingénieur du Service municipal, s'élève pour les travaux de pavage seuls, non-compris la fourniture et la pose de la voie proprement dite, à 162f.97 par mètre courant, ou, si on peut bénéficier du rabais des entrepreneurs de la Ville, à 151f.79. Si à ce chiffre on ajoute 21f.00 pour le prix de la voie, on arrive au chiffre de 172f.80. Et encore cette estimation ne comprend pas de travaux de déplacement de becs de gaz, ni de plantations.

Heureusement, il arrive rarement que les Compagnies soient réduites à de telles extrémités et bien souvent il dépendra des Ingénieurs du contrôle d'adoucir ou d'augmenter les frais de premier établissement. Il n'y a pas de recommandations à faire à cet égard; mais cet exemple doit démontrer quels soins doivent être apportés à l'étude de ces questions.

## Exploitation.

En ce qui concerne l'exploitation, il y a peu de choses à dire. Quel sera en effet le mandat des Ingénieurs du contrôle?

1° Surveiller la construction des cars et exiger qu'ils aient la solidité nécessaire pour mettre le public autant que possible à l'abri des accidents. Examiner s'il lui est offert les commodités et le confortable qu'on est en droit d'exiger pour lui, eu égard aux prix des transports.

2° Étudier attentivement les horaires - régler le nombre et l'intervalle des départs de manière à ce qu'il soit satisfait aux besoins du public, en recherchant toujours l'intérêt du plus grand nombre.

3° Étudier les tarifs - ne pas s'attacher seulement à ce qu'ils soient le plus bas possible, mais leur conserver une juste proportionnalité avec le service rendu. Car une Compagnie qui n'a pas des tarifs suffisamment rémunérateurs fait mal ses affaires, remplit mal ses engagements et ne peut donner au public la juste satisfaction à laquelle il a droit.

4° Enfin, étudier les charges et les conditions accessoires imposées

aux compagnies d'exploitation par les villes ou communes qui sont directement concessionnaires de l'Etat ; — et sur ce point, fournir au conseil général des Ponts et Chaussées des études et des appréciations qui lui permettent de remplir, avec la plus grande facilité possible, la tâche à laquelle il s'est dévoué, toujours avec le sentiment de la plus impartiale équité, savoir ; de défendre les compagnies d'exploitation contre les insatiables appétits des communes.

Cars. Les cars de tramways sont construits sur plusieurs types. La distinction la plus saillante est celle-ci : cars à impériales ; — cars sans impériales.

Il ne convient pas d'insister sur la longue controverse qui s'est élevée à ce sujet ; elle n'est pas d'ailleurs terminée. Il suffit de signaler l'avis de M. M. Stephenson de New-York, les plus grands constructeurs de cars de tramways, et qui en fournissent au monde entier.

Voici ce qu'ils écrivaient au sujet des cars à impériales, à des Compagnies qui les avaient consultés

« Ce n'est pas que nous n'en ayons fait et que nous n'en fassions encore ; « mais nous en détournons nos clients. Nous voyons les Compagnies sans « expérience qui débutent par l'impériale y renoncer invariablement. »

En Amérique, à Vienne, à Bruxelles, on a, en effet, employé au début des voitures à impériales. Elles sont aujourd'hui abandonnées.

Au Hâvre, à Nancy, à Marseille et à Genève, les voitures n'ont pas d'impériales.

A Paris !.. c'est là que la polémique s'est engagée et dure encore ! C'était certainement le plus mauvais terrain à choisir pour y entreprendre une controverse de cette nature.

L'essence même de l'exploitation des tramways, c'est d'avoir des véhicules se succédant à des intervalles très-courts. C'est la condition première à remplir, si l'on se préoccupe des intérêts du public, et non des intérêts et des habitudes prises par telle ou telles Compagnies. Si une exploitation est montée d'après ce principe, elle doit employer des cars mesurés sur les besoins de la circulation.

Le point de départ sera l'emploi de cars petits, attelés d'un seul

cheval comme ceux qui circulent à Bruxelles et en général dans toute la Belgique, et, en France, sur les lignes de Versailles. Le poids de cette voiture est d'environ 1.400 k. Elle n'est attelée que d'un seul cheval.

Si la fréquentation augmente, si les besoins des voyageurs se développent, la première modification à introduire, dans l'intérêt du public, c'est de rapprocher les départs et d'augmenter le nombre des cars.

Quand on est arrivé à ne plus pouvoir diminuer l'intervalle des départs, alors il est temps d'augmenter la capacité des voitures, de passer du car à un cheval au car à deux chevaux, puis du véhicule simple au véhicule à impériale.

A Paris, sur certaines lignes très-chargées, l'emploi de l'impériale a été indiqué dès le début, et c'est cette circonstance qui a jetté de la confusion dans la question.

Sous l'influence des habitudes prises, de la pression d'une grande compagnie, qui impose peut-être un peu trop son infaillibilité, on est tombé dans l'ornière fatale d'une exploitation, avantageuse peut-être pour la compagnie, mais déplorable pour le public, l'exploitation fondée sur le trop plein.

Ayant de grands véhicules, il faut les remplir. Pour arriver à ce résultat, sur des lignes où les départs devraient se succéder toutes les 2 minutes, toutes les 5 minutes au plus, on accepte des départs toutes les dix minutes. Chaque car produit son maximum de recette, mais le voyageur fait de longues stations aux bureaux, et beaucoup de personnes qui en auraient cependant besoin, renoncent à se servir de ce moyen de transport. Pour la Compagnie, les départs sont trop fréquents quand on ne laisse pas de voyageurs aux stations.

L'exploitation du tramway, dans ces conditions, se rapproche trop de l'exploitation du chemin de fer, sans fournir la compensation de la certitude de trouver de la place. C'est sur tout le parcours de la ligne, et non à des points déterminés, que les cars doivent prendre et laisser leurs voyageurs sauf l'exception du terminus et des bureaux de correspondance.

A Paris, l'usage de l'impériale est obligé sur plusieurs lignes; il ne l'est pas partout.

Les Ingénieurs doivent se garder d'une ingérence trop intime dans

les décisions à prendre par les Compagnies pour leur exploitation ; il en résulte de graves inconvénients. Leurs investigations doivent porter principalement, on pourrait dire presque uniquement, sur la solidité des véhicules ; - sur les facilités d'accès ; sur l'emplacement réservé à chaque voyageur ; - mais surtout ils ne doivent pas se laisser entraîner, pour l'utilisation d'un type présenté et accepté, à autoriser la diminution du nombre des départs.

Voici les principaux types de voitures mises en circulation :

N.os 1 et 2 - Cars en usage sur la plupart des lignes de la compagnie des Tramways-Nord, comportant 14 places d'intérieur et 16 places de plate-forme. Elles pèsent, la première 1650 K. et l'écartement des essieux est de 1m.60, la seconde, 1800 K. L'écartement des essieux est de 1m.75.

N.o 3. - Car de Lille, de Roubaix et de Tourcoing. Il comporte 12 places d'intérieur, 18 places de plate-forme et pèse 1600 Kilog. ; l'écartement des essieux est de 1m.60.

N.o 4. - Car de Genève ; il a comme ceux des Tramways-Nord 14 places d'intérieur et 16 places de plate-forme ; il pèse de 1.800 Kilogrammes et a 1m.70 d'espacement d'essieux.

N.os 5 et 6, cars d'été.

Dans les cars représentés par le n.o 5, les voyageurs sont placés dos à dos. Il y a 32 places. - Le poids est de 1.700 Kilog. et l'espacement des essieux de 1m.75.

Dans le N.o 6, tous les voyageurs sont placés dans le même sens, et, pour éviter le transport à reculons, le dossier, mobile autour d'un axe horizontal, passe d'un côté à l'autre de la banquette, quand on change le sens de la marche du véhicule. Il n'y a que 20 places ; le poids est de 1700 K. et l'espacement des essieux de 1m.60. -

Pour ces deux cars, il n'y a pas de places de plate-forme

N.os 7 et 8. Cars à impériales de la Compagnie des Tramways-Sud. C'est le type de véhicule à impériale qui paraît le meilleur. Ils comportent 16 places d'intérieur, et 10 places de plate-forme, toutes de 1.ère classe, et 18 places d'impériales de 2.ème classe. Il pèse 2.300 K. et l'espacement des essieux est de 1m.80.

Enfin N° 9 - Grands cars de la Compagnie Générale des Omnibus. Il y a 20 places d'intérieur et 6 de plate-forme toutes de 1re classe et 22 places d'impériales de 2e classe, total 48 places. Le diamètre des roues est de 1m00 au lieu de 0m70 diamètre des autres types, aussi l'accès des cars est moins facile. L'intervalle des essieux est de 2m10 ce qui ne permet pas l'emploi de courbes d'aussi petit rayon pour les mouvements ordinaires du véhicule.

Mais, pour les terminus et les raccordements exceptionnels où les petits rayons sont obligatoires, on peut rendre mobile l'essieu d'avant.

*Attelage aux deux extrémités.*

De tous les cars, celui de la Compagnie Générale des Omnibus est le seul qui ne s'attèle pas indifféremment aux deux extrémités.

*Cars munis de 2 boudins seulement*

C'est également le seul qui n'ait que deux roues armées de boudins; les inconvénients de ces dispositions sont plus grands que ne sont les avantages qu'on prétend avoir réalisés.

On a dit que l'effort de traction était d'autant moins considérable que le nombre des boudins était plus petit. On a cité à l'appui de cette théorie, des expériences dynamométriques faites par Mr Tresca, le Sous-Directeur du Conservatoire des Arts et Métiers, desquelles il résultait que trois boudins donnaient moins d'effort de traction que quatre; - deux, moins que trois; - et un moins que deux.

Le résultat est vrai et il ne pouvait être autre que celui qui a été constaté; mais ce n'est pas une démonstration concluante du théorème énoncé, parceque les données de l'expérimentation ont été mal choisies.

Les expériences ont été faites avec des voitures à avant-trains mobiles à volonté, et dans lesquelles le parallélisme des essieux n'est maintenu qu'avec un verrou qui ne constitue pas un calage suffisant. Il en résulte que, sous les efforts constants et toujours mal équilibrés des deux chevaux, l'avant-train est animé d'un petit mouvement d'oscillation qui produit un coincement plus ou moins accentué des boudins dans les ornières des rails. Ce qu'on a démontré, c'est qu'avec 4 boudins il y a, dans ces conditions défavorables, plus de coincement qu'avec trois; et avec trois, plus qu'avec deux. Mais on n'a pas démontré, et on ne le pourrait pas, qu'un car, à essieux complètement fixes, dont les 4 roues

sont munies de boudins, exige un effort de traction plus considérable que s'il n'avait que deux boudins seulement.

L'usure exceptionnelle des rails de la Compagnie Générale des Omnibus sur les parois verticales de l'ornière, et celle des boudins de ses roues est une preuve évidente de ce fait.

L'emploi de deux boudins seulement conduisait au retournement de la voiture; la conséquence immédiate est le maintien de l'essieu mobile à l'avant et, par suite, l'attelage à une seule extrémité.

Dans tous ces véhicules les dimensions des places assises offertes aux voyageurs d'intérieur sont 0,45 de profondeur pour 0m.43 à 0.44 de largeur. Sur les impériales, cette dernière dimension est réduite à 0m.41. Ce sont des minimums au dessous desquels on ne doit pas descendre.

Inconvénients des plateformes

Les plateformes où les voyageurs restent debout présentent un certain inconvénient dans les cars où la plateforme constitue la seconde classe. C'est la difficulté, pour un voyageur de 1ère classe, de traverser la masse des personnes accumulées sur la plateforme. Cet inconvénient est grave et bien plus sérieux que celui de laisser les voyageurs debout pendant la durée du trajet. En temps de pluie ou de grand soleil, ils sont plus favorisés que les voyageurs d'impériale.

Il est bien difficile, il paraît impossible de porter un remède efficace à cet état de choses avec des marchepieds placés latéralement; mais quand le marchepied se trouve dans l'axe de la voiture, la solution devient facile. Voici celle qui a été imaginée pour les voitures automobiles qui doivent, à bref délai être employées à Nantes.

Combinaison adoptée à Nantes.

La lisse du garde-corps de la plateforme au lieu d'être arrêtée à l'aplomb du marchepied, revient sur la plateforme de manière à accentuer deux cases, placées symétriquement de part et d'autre d'un passage central que le conducteur peut alors maintenir dégagé. Ce passage est occupé par lui, il y monte la garde en quelque sorte; descend quand un voyageur veut entrer ou sortir du car, et la voie d'accès se trouve ainsi toujours ouverte.



Emplacement des marchepieds

Les marchepieds placés à l'arrière, dans l'axe des cars, ont prouvé

d'abord être un obstacle pour l'attelage aux deux extrémités. La Compagnie des Tramways-Sud, au moyen d'un crochet d'attelage mobile, d'un marchepied rentrant sous la voiture et d'un tablier de garde-corps qui se transporte d'une extrémité à l'autre, a résolu le problème d'une manière satisfaisante.

Couverture des impériales

Il était question, tout à l'heure de la position relative d'un voyageur à couvert mais obligé de rester debout, avec celle du voyageur d'impériale, assis mais exposé à la pluie et au grand soleil. Cet inconvénient capital des impériales peut et doit disparaître.

Depuis longtemps déjà certains omnibus faisant le service des chemins de fer ont des impériales couvertes. Lorsque la compagnie des Tramways-Sud inaugura la traction à l'aide de petites locomotives, pour mettre les voyageurs d'impériale à l'abri de la fumée, de la vapeur, des escarbilles entraînées, et aussi des gaz provenant de la combustion, et de la décomposition de la vapeur d'échappement sur le foyer de la machine, elle dut poser, au dessus de ces impériales, des marquises; et à chaque extrémité, un écran. Les voyageurs s'en sont très bien trouvés, et les impériales ne sont pas désertées par les jours de pluies comme celles des autres voitures

La traction à vapeur a cessé: Va-t-on enlever ces marquises? Ce serait très-regrettable - Aussi regrettable que l'abstention des autorités compétentes qui n'ont pas encore cru devoir les exiger sur toutes les voitures munies d'impériales. Sans doute c'est une augmentation de poids mort; mais ce n'est pas ce côté de la question qui doit toucher le plus l'administration, et l'intérêt des voyageurs doit toujours passer en première ligne.

Il serait bon, lorsque des types de voitures à impériales seront présentés aux Ingénieurs, d'exiger ce complément indispensable.

Accessoires divers

Il n'est pas nécessaire de s'arrêter aux organes de suspension, aux freins, en un mot aux détails de la construction des cars. Les ressorts les plus doux aux voyageurs sont toujours ceux qui conservent le mieux le matériel roulant - Les freins doivent être assez solidement construits pour enrayer complètement la voiture sans casser. Sur tous ces points comme pour l'éclairage, la division par stalles, la garniture des banquettes etc

il faut laisser l'initiative du choix des types aux compagnies concessionnaires, en se réservant seulement de vérifier si le but proposé est atteint.

Horaires — Quant aux horaires, ce qu'il faut surtout se rappeler, c'est qu'après avoir minutieusement apprécié les besoins de la circulation, les intervalles des départs doivent être calculés indépendamment des types de cars présentés par les compagnies concessionnaires. Les horaires ne doivent pas être subordonnés aux dimensions des véhicules, mais c'est à la compagnie à calculer ces dimensions de manière à donner toute satisfaction au public, en subordonnant à cette satisfaction la création de son matériel roulant.

Tarifs — L'étude des tarifs est très-délicate. On peut dire que, sur ce point, les intérêts du public et ceux des compagnies concessionnaires sont intimement liés. Car, il est bon de le répéter, le public ne peut être bien servi que si les Compagnies prospèrent.

Classes — La première question à examiner est celle des classes. Doit-il y avoir deux classes, ou peut-on se contenter d'une seule? Cette question est controversable. Des esprits très-éclairés se sont prononcés dans les deux sens.

Dans une définition très-humoristique des tramways, Lord Rosebery a dit: Les tramways sont l'ennui du riche et le luxe du pauvre.

Si vraie et si pittoresque qu'elle soit, cette définition est incomplète en ce qu'elle ne s'occupe que des extrêmes; on devrait dire: Le tramway est l'équipage des masses; c'est, en même temps, l'ennui du riche et le luxe du pauvre.

Si le riche est seul à souffrir de l'incrustation dans le sol des chaussées de ces ornières permanentes qui contrarient le roulement doux et régulier de ses voitures, qui produisent des chocs désagréables qui même, par certains frottements latéraux, accidentels peut-être, altèrent le service des jantes des belles voitures, le pauvre ne fréquente pas seul les tramways. La bourgeoisie aussi bien que les ouvriers s'en sert; et dans ce milieu, la distinction des classes, à tort ou à raison, s'est introduite, persiste et persistera longtemps encore. On désire, au moyen d'un petit sacrifice pécuniaire, ne pas être placé côte à côte avec le maçon couvert de plâtre et de chaux, le charbonnier noir de la poussière de son charbon, le peintre décoré d'un arc en ciel trop communicatif; en un mot l'on veut arriver au bout

de sa course en tramway en conservant à sa toilette sa fraîcheur primitive.
C'est bien naturel.

Mais dans quelle limite faut-il tenir compte de ces desiderata ?

Évidemment il n'y a pas là un intérêt public qui motive une prescription administrative

En Amérique, il n'y a qu'une seule classe. Il en est de même en Angleterre, malgré l'existence des impériales.

En Autriche, à Lisbonne, à Constantinople, à Genève il n'y a qu'une seule classe. En Belgique, sur certaines lignes, une seule classe; sur d'autres, deux classes; mais la différence des tarifs est presqu'insensible. Elle n'est que de cinq centimes quelle que soit la longueur du parcours. Ce double tarif ne cause pas de préjudice aux Compagnies, car aucun voyageur ne refuse de monter en première classe quand il ne reste plus de place dans la seconde.

En France, dans la plupart des villes de province, il n'y a qu'une seule classe; à Paris il en est autrement.

L'administration a cru devoir exiger, dans le principe, deux classes distinctes. Il est vrai que depuis, sur certaines lignes, elle s'est relachée de cette sévérité.

Cette prescription absolue n'aurait pas eu les inconvénients graves qui sont venus entraver dans une certaine mesure les efforts des compagnies concessionnaires, si l'administration n'avait imposé en même temps le rapport de la tarification des deux classes. Adoptant complètement les errements de la Compagnie Générale des Omnibus, et peut-être en subissant l'influence dans cette occasion, elle a partout fixé le prix de la seconde classe à la moitié du prix de la première.

L'organisation du service des tramways dans le département de la Seine comporte des lacunes, des contradictions même qui disparaîtront par la suite, on n'en peut douter, mais qui existent aujourd'hui et qui proviennent d'un défaut de netteté dans l'appréciation de deux services, de deux exploitations essentiellement différentes — les tramways et les omnibus. Aujourd'hui,

on peut le dire parcequ'il est facile de le prouver, il n'y a pas de service de tramway dans le département de la Seine; il n'y a que des services d'Omnibus roulant sur les chaussées ordinaires ou roulant sur des rails. Les omnibus prennent l'habit des tramways, ils les absorbent, ils les amènent à eux tout en conservant leur invidualité première; ils ne se transforment pas. Et cette influence est fâcheuse en ce qu'elle empêche toutes les améliorations qu'on est en droit d'attendre, d'exiger au nom de l'intérêt public, de cette création d'un moyen de transport nouveau et essentiellement distinct des précédents, qui s'appelle le tramway, et qui n'est et ne doit être ni le railway, ni l'omnibus.

Quoiqu'il en soit, et pour en revenir à la question des classes, reconnaissant qu'il peut-être utile sur certaines lignes, dans certains quartiers, peut être même dans certaines villes, d'avoir dans les cars, deux classes distinctes, on peut formuler sur ce sujet, sinon une règle générale, du moins un avis:

Laisser aux Compagnies le soin de décider si elles établiront une ou deux classes sur leurs différentes lignes;

Proposer des maximums de tarifs, mais en abandonnant aux concessionnaires la détermination de la différence entre le prix de la première et de la deuxième classe, quand le cas se présentera.

Maximum du Tarif

Quel doit être le maximum?

Il est difficile de le déterminer d'une manière absolue. Il faut évidemment tenir compte des situations diverses dans lesquelles peuvent se trouver les compagnies et des difficultés d'exploitation résultant du relief du sol; mais on ne comprendrait guère qu'on se refusât à accorder aux Compagnies de tramways le maximum qui a été accordé aux Compagnies de chemins de fer, qui n'est pas inférieur à 0f.077 par kilomètre pour la moyenne des trois classes. Mais ce qu'on peut dire comme résultat des investigations qui ont été faites à ce sujet, et dans le détail desquelles il est inutile d'entrer,

c'est que le minimum de la perception ne doit pas être inférieur à 0f.05 par kilomètre pour qu'une compagnie puisse honorablement s'acquitter de toutes ses obligations.

La France a été, à un certain moment, prise d'une sorte de fièvre pour les tramways. On s'est imaginé qu'il suffisait, pour réaliser de gros bénéfices, de faire rouler sur des rails les voitures de transport en commun, sans se préoccuper des frais énormes que nécessitaient l'établissement de la voie et la création d'un matériel roulant spécial et des moyens de traction. Aussi a-t-on trouvé des Compagnies pour prendre à tous prix les concessions, et un public pour fournir tous les fonds qui lui étaient demandés. Aussi les compagnies persuadées trop légèrement d'un grand succès, ont-elles quelquefois administré sans économie; aussi les départements, villes ou communes concessionnaires de l'État, ont-elles exigé des rétrocessionnaires des rétributions trop onéreuses et des conditions d'abaissement de tarif tout à fait inadmissibles.

L'effervescence s'est calmée; peu à peu la raison a repris ses droits, et nous voyons aujourd'hui des Villes importantes comme Bordeaux, Lyon et St. Étienne qui ne parviennent pas à faire exécuter leur réseau de tramways.

Application du tarif. Sectionnement

Le maximum du tarif kilométrique étant établi; comment convient-il d'en faire l'application? Faut-il admettre le sectionnement de la ligne? Faut-il prendre un tarif moyen pour tous parcours?

Aux États-Unis, en Angleterre, en Autriche, en Belgique &a, les lignes de tramways sont divisées en sections. Le sectionnement et la tarification qui s'y rapporte, qui paraissent le plus rationnel, sont ceux de Bruxelles. Les sections sont sensiblement égales et d'une longueur de 6 à 800 mètres. Le tarif est de 0f.10 pour la première section et de 0f.05 pour chacune des suivantes. Quand les cars ont deux classes, la première classe est frappée d'une augmentation de 0f.05 quel que soit le parcours. Ainsi on paie

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Pour 1 section | 2e classe | 0f.10 | 1ère classe | 0f.15 |
| 2 sections | d° | 0.15 | d° | 0.20 |
| 3 sections | d° | 0.20 | d° | 0.25 |

et ainsi de suite.

A Paris, la Compagnie Générale des Omnibus fait payer

un prix moyen pour tous parcours, 0f.30 et 0f.15. Dans le département de la Seine, pour les tramways, le système est mixte; c'est à dire que pour l'intérieur de Paris, subissant les errements de la Compagnie Générale des Omnibus, on a adopté la tarification unique de 0f.30 et 0f.15, réduite pour certains parcours restreints à 0f.20 et 0f.10. Pour l'extérieur de Paris on a établi des Sections, mais disposées de telle sorte qu'elles constituent d'un centre à un autre, des fortifications à St Ouen et de St Ouen à St Denis, par exemple, une tarification unique et qui n'est nullement proportionnelle au parcours effectué, c'est-à-dire au service rendu aux voyageurs.

Pour déterminer lequel de ces systèmes il convient d'adopter il est nécessaire d'en bien examiner les conséquences

Avec le sectionnement des lignes, on donne tout aussi bien satisfaction aux voyageurs de long parcours qu'avec le tarif moyen. Peut-être paient-ils un peu plus cher; mais il est certain que la rétribution qui leur sera demandée sera toujours proportionelle au service rendu. En outre on favorise les voyageurs de petit parcours.

On donnera volontiers 0f.10 pour éviter de faire un kilomètre à pied — Dans un omnibus, pour une femme toujours, et pour un homme, s'il ne trouve pas à monter sur l'impériale, il en coûterait 0f.30.

Le résultat de la tarification moyenne est donc d'éloigner complètement le voyageur de petit parcours. Ce serait une statistique difficile à établir, mais on peut affirmer cependant que le nombre de ces voyageurs est infiniment plus considérable que celui des voyageurs de grand parcours.

Cette manière de procéder a encore d'autres conséquences. L'absence de voyageurs de petit parcours nuit au renouvellement dans les voitures. Le renouvellement manquant, il a fallu, pour diminuer le nombre des vides, restreindre le nombre des départs. Qu'arrive-t-il? C'est qu'on ne trouve plus aux bureaux de stationnement que des personnes ayant quatre, cinq kilomètres et plus à parcourir, et qui, par conséquent, se résignent à attendre un quart d'heure, une demi-heure même pour trouver une place; mais celles qui n'ont à parcourir que 2 ou 3 kilomètres s'en vont à pied, réalisant, au prix d'un peu de fatigue, un bénéfice d'argent et de temps.

On peut le dire sans hésiter, avec ce système les intérêts du public sont mal sauvegardés, et le sectionnement des lignes, et la tarification proportionnelle qui en est la conséquence, doivent être préférés à la tarification moyenne pour tous parcours.

Avant d'aborder l'examen des charges et conditions à imposer aux compagnies, il ne reste plus à examiner que les différents modes de traction et les prix de revient de l'installation et de l'exploitation.

Différents modes de traction

La traction, sur les voies de tramways, peut se faire de deux manières bien différentes:

1° Au moyen de moteurs animés, chevaux ou mulets;

2° Au moyen de machines.

Traction par chevaux

La traction par chevaux est suffisamment connue pour qu'il n'y ait pas lieu de s'y arrêter. Il suffit de déterminer les frais de premier établissement, et les frais d'exploitation.

Admettons, pour les calculs, que les départs doivent avoir lieu toutes les dix minutes, ce qui est, il est vrai, une moyenne peu élevée, mais suffisante pour une exploitation de province.

Le trafic à dix minutes avec une vitesse moyenne de 8 K. à l'heure, y compris tous arrêts et départs, exige 2,5 voitures en service par Kilomètre. Le service de chaque voiture, en supposant qu'elle soit attelée de deux chevaux, ce qui est le cas ordinaire, exige 12 chevaux dont deux de réserve. Enfin la construction des dépôts, tout compris, doit être estimée à 2000 francs par cheval.

Frais d'établissement

L'organisation d'une exploitation au moyen des moteurs animés coûtera donc par Kilomètre.

| | |
|---|---|
| 2,5 voitures, à 5000 f. l'une | 12.500 f. 00 |
| 30 chevaux, à 1000 f. l'un | 30.000 . 00 |
| Dépôt, pour 30 chevaux, à 2000 f. l'un | 60.000 . 00 |
| Total | 102.500 f. 00 |
| Les prix de construction de la voie simple, sont d'une part 35.000 f. de l'autre 60.000 f. soit en moyenne, en voie double, correspondant à la longueur d'exploitation | 95.000 f. 00 |
| Total | 197.000 f. 00 |

Ce prix doit être considéré comme un maximum. Il comprend, en effet un service en voie double, avec de grands cars à deux chevaux, et tient compte, pour toutes ces constructions, des prix de la Ville de Paris. Avec des voitures à un seul cheval et en province, on obtiendrait une diminution assez notable. Le prix d'établissement pourrait être abaissé à 150.000f.".

Frais d'exploitation

Les frais de traction, dans l'année 1876, ont été, à Paris, pour les trois compagnies, des Omnibus, des Tramways-Nord et des Tramways-Sud, les suivants:

Compagnie des Omnibus, par kilomètre parcouru .... 0f.6959
(voitures à impériales)

Compagnie des Tramways-Sud, ——— d° ——— .... 0f.6805
(voitures à impériales)

Compagnie des Tramways-Nord ——— d° ——— ..... 0f.5600
(voitures sans impériales)

Traction mécanique

Des essais de traction mécanique ont été faits dans trois systèmes différents:

1°. Au moyen de petites locomotives (Machines Merry Weather), sur les lignes des Tramways-Sud,

Ces machines ont été mises en service régulier; elles ont démontré la possibilité d'un service à traction mécanique dans l'intérieur de Paris; et si elles ont été retirées de la circulation, c'est uniquement faute d'entente entre la Compagnie des Tramways-Sud et la Compagnie de Traction qui réclamait une augmentation de prix.

2°. Au moyen de la machine à vapeur sans foyer (système Lamm) importée par Mr. Léon Francq.

Cette locomotive a fait des essais pendant quelques jours sur la ligne de Neuilly (Boulevard Bineau) à St. Augustin, réseau des Tramways Nord. Aujourd'hui, elle est employée à gravir la rampe de Marly, entre Port-Marly et Marly-le-roi.

3°. Au moyen de la machine à air comprimé (Système L. Mékarski).

Une voiture automobile a circulé pendant 18 mois entre Courbevoie et la place de l'Etoile, et aussi sur la ligne de Suresne. Dans quelques mois ces voitures automobiles feront seules le service des tramways de Nantes

et, au mois d'Octobre, des remorqueurs à air comprimé feront le service de la ligne de la place Moncey à St Denis par St Ouen.

Une commission spéciale nommée par décision ministérielle, a examiné les essais de ces machines et trois sous-commissions ont déposé des rapports. En voici les principaux considérants et conclusions.

Locomotive Harding

Pour la machine Harding:

« La sous-commission est d'avis qu'il y a lieu d'encourager ces essais, en accordant à la Compagnie l'autorisation qu'elle désire les conditions à imposer serait les suivantes:

1°. Chaque machine ne remorquera qu'une seule voiture, et sera conduite par un mécanicien et par un aide. _ La vitesse maximum ne dépassera pas 16 Kil. à l'heure.

2°. L'arrêté d'autorisation de mise en service ne pourra être rendu qu'après l'accomplissement des formalités exigées pour les locomotives de chemin fer, et qu'après vérification par le service contrôle de l'efficacité de l'action des freins (tant pour les voitures que pour les locomotives) eu égard à la vitesse de la marche et aux inclinaisons de la voie.

3°. Les Impériales des voitures devront être couvertes soit par une toiture, soit par une toile incombustible; elles seront de plus garanties à l'avant par une cloison de bois.

4°. L'autorisation accordée à la Compagnie la laisse entièrement responsable, vis à-vis des tiers, de tous dommages et inconvénients pouvant résulter de l'exploitation. Cette autorisation pourra, d'ailleurs, être, à toute époque, retirée s'il y a lieu, sur l'avis du service du contrôle, sans que la Compagnie puisse prétendre à aucune indemnité.

La Sous-Commission pense, en outre, qu'il serait utile que le service du Contrôle suivit de près les expériences de traction à vapeur, et prît note des accidents qui pourraient se produire. »

Dans un rapport lu à la société d'encouragement pour l'industrie nationale, dans la séance du 27 Juillet 1877, Mr. Rousselle, Ingénieur en chef du Contrôle des Tramways, après avoir donné une description de la machine Harding qui pèse 3T.200 ajoute:

Cette machine est actuellement employée d'une manière exclusive sur la ligne de la Gare Montparnasse à la Bastille; elle fonctionne

régulièrement et ne cause ni accidents exceptionnels, ni effroi aux chevaux. Il ne paraît pas, jusqu'à présent qu'elle produise, une économie dans les dépenses; mais l'on peut espérer que diverses améliorations diminueront les frais que son emploi exige aujourd'hui."

D'après les relevés qui ont été faits avec soins, mais sans que ces chiffres aient été confirmés par la Compagnie de traction, les frais de traction proprement dite s'élèvent à 0f.415 par kilomètre; les frais d'entretien dans les ateliers y compris l'intérêt et l'amortissement des machines, à 0f.722, soit un total de frais d'exploitation de 1f.172 par kilomètre pour les remorqueurs seuls, toute la dépense concernant les cars remorqués restant à la charge de la Compagnie concessionnaire.

Quant aux frais de construction des dépôts par l'appropriation qui a été faite d'un dépôt destiné à une traction de chevaux, pour l'exploitation par machines à vapeur à St. Mandé, nous devons estimer que la dépense à faire est sensiblement la même.

Pour l'exploitation générale, on pourrait obtenir une économie, le nombre des cars nécessaires étant un peu moindre; mais cette économie serait compensée par une installation plus coûteuse des ateliers de réparation.

Locomotive sans foyer L. Francq

Pour la machine de Mr. Francq, locomotive sans foyer, la commission ministérielle, a, d'après les expériences faites, établi les points suivants:

Le poids total du remorqueur est de 9 tonnes.

La condensation de la vapeur se fait très-imparfaitement, mais la commission ne considère par le condenseur comme un appareil indispensable pour une locomotive sans foyer.

La prise de vapeur présente l'inconvénient d'entraîner une quantité d'eau notable dans les cylindres;

La perte de pression est sensible pendant les arrêts; la commission l'a évaluée à 1/5 d'atmosphère pour 5 minutes soit 12/5 à l'heure ou 2a.40.

La dépense à pression moyenne de 8a.70 a été de 10.930 Km par kilomètre.
D° d° de 6a d° 9.381 K d°

Dans le premier cas le rapport du travail utile au travail total a été de 0.616 et dans le second cas de 0.702.

Il en résulte que le développement d'une forte pression initiale qui est indispensable dans le système, ne donne pas une bonne utilisation de la force

emmagasinée dans la chaudière.

Les conclusions de la commission sont les suivantes:

« La commission termine son travail en signalant à Mr. le Ministre des Travaux Publics le grand intérêt que présente, au point de vue de la traction sur les tramways, l'application bien entendue de la force motrice considérable contenue dans l'eau surchauffée, et en lui proposant d'encourager l'emploi et le perfectionnement de la locomotive sans foyer. Elle fait observer, pour cette nouvelle machine comme pour tout autre engin mécanique, que la vitesse de marche lui paraît devoir être limitée entre 12 à 16 Kilomètres à l'heure, suivant la largeur et la fréquentation des voies parcourues. »

Dans son rapport à la Société d'encouragement, Mr. l'Ingénieur en chef du Contrôle des Tramways du département de la Seine, en l'absence de toute exploitation et même d'expériences suffisamment répétées, se contente de dire:

« L'emploi de la locomotive sans foyer peut faire espérer les avantages suivants:

1°. Production de la vapeur à bas prix, attendu qu'elle sera faite dans une chaudière fixe avec du charbon tout venant;

2°. Diminution du poids mort, puisque l'on aura pas à transporter le combustible;

3°. Utilisation d'une forte pression pour franchir les rampes; suppression de toutes dépenses de vapeur dans les pentes;

4°. Réduction du nombre de mécaniciens, un seul homme pouvant conduire la machine et observer la voie qu'il doit parcourir.

Des expériences prochaines démontreront jusqu'à quel point ces espérances sont fondées. »

Jusqu'à présent, les éléments nous manque pour apprécier la dépense kilométrique de la traction. Il est probable, comme le dit Mr. l'Ingénieur en Chef Rouselle, que le prix de la traction pourra être moindre que celui de la traction au moyen des petites locomotives de Mr. Harding. Mais, pour l'installation des dépôts et le fonctionnement des ateliers, la dépense nous paraît devoir être sensiblement la même.

Il faut ajouter cependant qu'il pourra peut-être y avoir quelques difficultés

et quelques inconvénients à faire fonctionner, dans les dépots, des batteries de chaudières dont la tension devra etre d'au moins 14 atmosphères. Cette tension, très-médiocre pour des appareils hydrauliques ou à gaz comprimé, doit être regardée comme très considérable pour des appareils soumis à l'action d'un foyer.

Machines à air comprimé L. Mékarski

Pour le système de M.r Mékarski, la commission ministérielle a fait porter ses constatations sur les points suivants:

La puissance de la machine qui, sans roues couplées a remonté la rampe du pont de Neuilly, de 0.046 à 0.050, s'arrêtant au milieu de la déclivité, à la descente et à la montée, et démarrant en rampe sans difficulté;

Sa souplesse;

La durée des arrêts et l'espace parcouru pour les obtenir;

Enfin, la résistance des réservoirs à air comprimé et les circonstances qui pouvaient se produire en cas de choc déterminant la rupture d'un cylindre.

En ce qui concerne les arrêts, la machine pesant 8 tonnes avec ses voyageurs, marchant à une vitesse de 12 K. à l'heure, sans freins, et au moyen seulement de la contremarche, s'est arrêtée moyennement dans un délai de 6 secondes et après avoir parcouru un espace de 15.m00. A grande vitesse de 25 Kilomètres à l'heure, l'arrêt a été obtenu en 8,5 secondes. L'expérience comparative faite sur les cars de la ligne de Courbevoie à la place de l'Etoile a donné les résultats suivants:

Le car pesant 3.500 K. et animé d'une vitesse sensiblement égale, a effectué ses arrêts, à l'aide du frein, en 6 secondes avec un parcours de 12 mètres.

Les puissances vives du car et de la voiture automobile sont dans le rapport de 3.500 à 8000 soit $35/80$, tandis que le rapport des espaces parcourus n'est que de 12 à 15, soit $4/5$ ou $64/80$. La puissance d'arrêt de la voiture automobile est plus considérable que celle des cars ordinaires dans le rapport de $64/35$, environ 2 fois.

Quant à la résistance des réservoirs, la Commission a constaté

que la perforation d'un cylindre chargé à 32$^a$ n'a produit qu'une explosion sans aucune projection de métal.

Elle conclut en ces termes :

« En définitive, la commission déclare, d'après les faits observés, que la pression de trente-deux atmosphères ne lui parait pas présenter de dangers assez sérieux pour qu'il y ait lieu d'en proscrire l'emploi dans l'intérêt de la sécurité publique.

Elle est en conséquence d'avis qu'il y a lieu d'autoriser Mr. Mékarski à employer la voiture à air comprimé dans le service courant, sauf à vérifier par un examen attentif les conditions de résistance des cylindres placés sous la voiture. »

Dans un rapport à la Société d'encouragement, Mr Collignon, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, professeur à cette école et rapporteur de la Commission ministérielle, s'exprime ainsi :

« Les expériences de traction faites pendant plusieurs mois sur le tramway de Courbevoie au Rond-Point de l'Etoile, et d'autres fois de Courbevoie à Suresnes, avec des pentes de 4 1/2 pour cent, ont montré la puissance et la flexibilité d'allures de la machine. La voiture est moins encombrante qu'un omnibus puisqu'elle n'a pas d'attelage, et elle s'arrête et repart plus facilement et plus vite.

Comparé à l'emploi d'une locomotive, le mode de traction par l'air comprimé supprime le foyer et les produits de la combustion, ainsi que l'échappement de la vapeur, grand avantage pour une machine destinée à circuler dans les rues des villes où elle pourrait être très nuisible aux passants et aux riverains.

« Au point de vue de la sécurité, l'appareil à air comprimé est exempt des dangers de surchauffe pendant les arrêts et d'explosion auxquels les locomotives sont exposées.

Les cylindres-réservoirs qu'il porte sont de faibles dimensions et fabriqués en tôle très-forte et donnant toute sécurité contre la

rupture. On a cependant tenu à en faire l'épreuve, et, par la chûte d'un corps terminé en pointe pesant 275 K et tombant de 6m.82 de hauteur, on est parvenu à crever un de ces cylindres réservoirs. L'échappement de l'air a produit le bruit d'une vive explosion, mais sans projection d'éclats; et des planches déposées à proximité du cylindre n'ont pas même été déplacées.

La solution imaginée par Mr. Mékarski pour le problème de la traction mécanique des voitures est, en résumé, remarquable par sa simplicité et son élégance. La voiture tient peu de place, le mécanisme ne gêne en aucune façon les voyageurs; il n'exige l'intervention que d'un seul agent qui règle la marche, et se prête à une grande variété d'allures sans exposer à aucun danger. Ce système rachète, par de nombreux avantages de détail, la perte de travail correspondante à la première détente de l'air, avant son entrée dans les cylindres moteurs; et cette perte est elle-même atténuée en partie, par l'emploi de la bouillotte qui réchauffe l'air en le chargeant d'humidité! La machine travaille sans bruit et sans fumée et cette solution du problème de la traction parait convenir particulièrement à la circulation dans les villes."

Les frais d'exploitation du système ont été établis pour le service des tramways de Nantes avec voitures automobiles et ils ressortent à 0f.55 par kilomètre et dans lesquels les frais de traction proprement dite sont de 0f.316

Les frais de premier établissement tant pour la voie que pour les dépots et les constructions fixes ressortent à 110.000f.00 par kilomètre de voie simple ou à 220.000f." par kilomètre d'exploitation en voie double.

Pour les deux lignes de St. Denis à la place de La Chapelle et de St. Denis à la Place Moncey par St. Ouen, dont le service a été projeté au moyen de remorqueurs trainant des cars à impériales, de 45 places, les frais d'installations y compris la fourniture des cars, mais non compris la voie principale, sont estimés à 110.000f." par kilomètres d'exploitation.

Les frais de traction sont évalués à 0f.43 par kilomètre parcouru.

L'attention des Ingénieurs doit être appelée sur cette exploitation au moyen de machines, parceque certainement, là est le dernier mot de l'exploitation des tramways.

## Législation et Jurisprudence.

Il y a peu de chose à dire de la législation et de la jurisprudence. La législation n'existe pas encore; le Ministère des Travaux publics la prépare, et on ne saurait présumer les résultats de ce travail.

Quant à la jurisprudence, elle n'est fixée que sur quelques points, et ne consiste guère que dans les règles posées par les cahiers des charges.

Il suffit donc, après quelques considérations générales, d'en examiner sommairement les articles pour indiquer les applications qui paraissent devoir être faites des prescriptions qu'ils renferment.

Législations étrangères.

Amérique

En Amérique, il n'y a pas à proprement parler de concessions, mais seulement des autorisations accordées par les législatures de chaque Etat. Pour le district de la Colombie, seul, les autorisations sont accordées par le Congrès.

Angleterre

En Angleterre la législation est plus compliquée. La construction et l'exploitation des tramways sont régies par la loi du 9 Août 1870. Mais le Ministre du Commerce (Boad of trade) peut, par des ordonnances provisoires, accorder des autorisations quand il ne doit pas s'en suivre d'expropriations. Ces autorisations ne deviennent définitives qu'après avoir été confirmées par le Parlement. Pour obtenir ces autorisations, il faut justifier de l'adhésion des administrations locales et des autorités chargées de la gestion des voies publiques.

Autriche

En Autriche, pour la ville de Vienne, le seul titre est un traité conclu entre la commune de Vienne et le concessionnaire, approuvé par le Ministre du Commerce.

Belgique

En Belgique, une loi spéciale a été présentée aux chambres et sanctionnée le 9 Juillet 1875. Cette loi a été suivie d'un règlement en date du 10 Septembre 1875 qui a pour objet de faciliter l'application de la loi.

Le point le plus caractéristique de la loi belge, qui est reproduite dans la publication de Mr. Challot, est de prescrire l'adjudication publique des concessions.

France

En France, les premiers tramways furent autorisés par simple décision ministérielle. Mais, dès 1841, le gouvernement exigea, pour les concessions, la formalité des enquêtes et le Conseil d'Etat a dû être entendu. Depuis 1854 tout ce qui concerne les tramways a été réglé par décret.

Cahier des charges

Les cahiers des charges annexés aux décrets de concession ont subi plusieurs transformations. Il suffit de s'arrêter à celui qui aujourd'hui sert de type.

Titre I

L'article 1er n'a trait qu'à la définition de la concession; il doit, cependant être libellé très-exactement par ce qu'il fixe d'une manière définitive l'itinéraire des lignes concédées. Toute modification ultérieure exigerait un nouveau décret.

L'article 2 autorise le concessionnaire, département, ville ou commune, à rétrocéder la concession.

Les articles 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 et 11 sont relatifs à la construction. L'examen doit se porter sur l'article 6. - sur le 2e alinéa de l'article 8 et sur les articles 9 et 10.

L'article 6 prescrit que les voies de tramways devront être pavées. Il en résulte une très-lourde charge pour les Compagnies concessionnaires, surtout quand les voies empruntées n'ont pas de chaussées pavées.

Le pavage des chaussées et l'entretien de ce pavage étaient d'abord les seules conditions onéreuses imposées aux Compagnies. Il y a lieu d'en tenir compte, lorsque on examine les charges supplémentaires que les Villes ou communes veulent imposer aux compagnies d'exploitation.

L'article 8 porte, 2e alinéa: « Les chaussées devront autant que possible, être rétablies dans la même journée et remises dans le meilleur état. »

Il serait convenable de proposer la suppression de cet alinéa qui prescrit d'une manière indécise, il est vrai, une condition qui ne peut jamais être réalisée. Cette prescription ne pourrait trouver place que dans les articles relatifs à l'entretien.

L'article 9 dit que les fers, bois, et autres éléments constitutifs des voies ferrées devront être de bonne qualité, et propres à remplir leur destination. L'article 10 ajoute que « les travaux d'établissement et d'entretien seront exécutés sous le contrôle des Ingénieurs de l'État. »

Il est donc nécessaire de faire procéder à la réception de tous les matériaux entrant dans la construction des voies. A Paris dans plusieurs circonstances, on s'est contenté d'appliquer cette importante formalité de la réception préalable aux pavés seulement. C'est une erreur qui a eu pour résultat des difficultés très-grandes entre les Compagnies et leurs entrepreneurs. Ceux-ci prétendaient que les bois, par exemple, n'ayant pas été refusés par le contrôle des Ingénieurs, étaient, par cela même, déclarés de bonne qualité. Une seconde conséquence, non moins fâcheuse, c'est que les voies ne sont pas établies dans des conditions de durée suffisante et devront être remaniées à bref délai, au grand détriment de la circulation.

Titre II

Le titre II, articles 12 - 13 - 14 et 15 est relatif à l'entretien et à l'exploitation.

L'article 12 qui prescrit l'entretien par les Compagnies des voies ferrées et du pavage de la zône, ne dit pas comment sera effectué cet entretien du pavage.

Les cahiers des charges de rétrocession du département de la Seine indiquent que cette main d'œuvre pourra être demandée à la Ville de Paris, moyennant remboursement par la Compagnie.

Cette condition devrait être obligatoire pour éviter toutes difficultés.

En effet, si une flâche se forme, et que la Compagnie la relève sur sa voie et sur les 0.35 ou 0.40 de bande latérale, elle met l'État, le département ou la commune dans la nécessité de relever également la partie de la flâche située hors de la zône du tramway.

Il peut arriver que ces travaux obligatoires entraînent une modification génante de l'économie générale du service et des prévisions budgétaires.

En outre, le fait suivant s'est présenté dans le département de la Seine. La Ville de Paris, l'État et le département ont accepté de faire l'entretien par abonnement; - le service vicinal s'y est refusé.

De ces divergences de vue résultent des complications qu'il y a lieu d'éviter

Le principe de l'abonnement est le plus simple, le plus facilement applicable : et pour éviter la divergence de vue qui vient d'être signalée, il semble qu'il devrait être obligatoire

C'est une légère modification du cahier des charges qui peut être facilement introduite.

L'article 14 s'occupe des voitures. Il suffit de rappeler ce qui a été dit déjà à ce sujet, et principalement ce qui touche à la distinction des places en 1re et 2e classe.

Titre III

Le titre III, articles 16-17-18-19-20 et 21 traite de la durée et de la déchéance de la concession.

Il n'y a là rien de particulier à signaler si ce n'est que l'article 17 à une importance considérable au point de vue de la jurisprudence. Il consacre la propriété de l'Etat sur les lignes de tramways ; son droit d'accorder ces concessions, dans un but d'utilité publique, mêmes contre le voeu de communes intéressées, résulte d'avis du Conseil d'Etat.

Cette doctrine n'a été établie qu'après une longue controverse entre l'Etat, le Ministère de l'Intérieur, les Villes et Communes et d'après des avis du Conseil d'Etat du 22 Février 1872 - du 13 Juillet 1875 ; du 22 Juillet 1875, et du 9 Mars 1876 (Voir le traité de Mr Chablat.)

Titre IV

Le titre IV, articles 22 - 23 - 24 - 25 et 26, traite des tarifs. Il en a été trop longuement parlé déjà pour qu'il soit utile d'y revenir ici.

L'article 22, renferme diverses prescriptions qui semblent obligatoires, et qui en fait sont restées facultatives. Ce sont : les services spéciaux à prix réduits, aux heures d'ouverture et de fermeture des ateliers ; - la délivrance des billets d'aller et retour et des cartes d'abonnement.

On pourra proposer la suppression de ces alinéas, si l'administration ne prend pas elle-même l'initiative de cet élagage.

En effet, on ne comprend pas que l'Etat mette dans un cahier des charges, que la ville à laquelle il fait une concession, pourra, si

elle le requiert elle-même, organiser des services spéciaux à prix réduits. Ces conditions doivent être renvoyées au traité de rétrocession à passer entre les villes concessionnaires et les Compagnies d'exploitation.

Titre V — Rien à dire du titre V.

Titre VI — Le titre VI, articles 29 - 30 - 31 - 32 - 33 - 34 - 35 - 36 et 37, traite des clauses diverses.

Les articles 31 et 32 ont donné lieu, dans le département de la Seine, à des contestations graves encore pendantes, parcequ'il n'a pas été établi une distinction suffisante entre les entreprises de tramways et les entreprises d'omnibus. Il est donc important dans les villes où seront établies des entreprises de tramways, de faire les plus grands efforts pour repousser cette complication d'intérêts divers. Ce n'est qu'à ce prix qu'on pourra éviter des contestations difficiles à apaiser, et toujours préjudiciable à un bon service, et par conséquent, à l'intérêt public.

Un mot de l'article 35 qui délègue au Conseil de Préfecture sauf recours au Conseil d'État, le jugement de toutes les contestations qui pourront s'élever au sujet de l'interprétation du cahier des charges.

Les Ingénieurs doivent bien se garder d'éviter l'intervention du Conseil de Préfecture; qu'ils soient les premiers à l'invoquer! —

Sans doute, toujours ou presque toujours les compagnies céderont à l'interprétation qu'ils adopteront et qu'ils feront, au besoin, consacrer par un avis préfectoral ou ministériel; mais elles ne céderont que par crainte, et accuseront tout bas le despotisme de l'administration qui se constitue juge et partie après avoir délégué toute interprétation à un tribunal spécial. Ce n'est pas là le sentiment que l'administration doit chercher à inspirer, même à des compagnies dont les intérêts sont en jeu.

Traité de rétrocession — Les formules types pour les traités de rétrocession des tramways ouvrent une large parenthèse à l'article 3, pour y inscrire les conditions onéreuses spéciales que les départements, villes ou communes concessionnaires, peuvent imposer aux compagnies d'exploitation.

Cette parenthèse sera remplie lorsque les projets parviendront entre

les mains des Ingénieurs. Ils doivent examiner attentivement ces prétentions. Sans se faire les avocats des compagnies d'exploitation, ils pèseront d'abord les charges qui, imposées par l'Etat au concessionnaire, retombent toutes sur les rétrocessionnaires. L'une des plus lourde est l'obligation du pavage et l'entretien de ce pavage. On ne doit pas laisser aggraver outre mesure cette situation, si on veut que l'entreprise prospère et que le public soit bien servi.

Sans doute les Ingénieurs se heurteront tout d'abord contre l'indignation des Communes qui admettent difficilement une intervention dans les affaires qu'elles traitent avec des Compagnies particulières; mais avec quelque persévérance, leur situation leur permettra d'arriver à un accord équitable.

Situation respective des Compagnies de Gaz, d'eau et de Tramways

Cette étude de la jurisprudence et de la réglementation administrative ne saurait être terminée sans qu'il soit parlé d'un point spécial, l'usage de la voie publique à des titres identiques par les Compagnies de Gaz, des Eaux et des Tramways.

Ces diverses compagnies peuvent et le plus souvent doivent se gêner. Tous les droits appartiennent-ils au premier occupant ?

Cette question qui, à Paris, a une importance capitale, a été réglée par le Préfet de la Seine à la suite de conférences entre les parties intéressées, et il est utile de prendre connaissance des décisions intervenues, décisions qui peuvent servir de règle de conduite dans des circonstances analogues.

# Annexe

Travaux publics

Tramways

Ouverture de tranchées sur les voies ferrées, les égouts, les conduites d'eau et de gaz.

N° 4196.

## Préfecture du Département de la Seine.

Paris, le 11 Janvier 1876.

Monsieur le Directeur,

L'ouverture des tranchées nécessitées par les travaux de construction et d'entretien des égouts et des conduites d'eau et de gaz aura pour effet, lorsque ces tranchées seront pratiquées dans les voies publiques suivies par les lignes de tramways, d'intercepter la circulation sur ces voies ferrées.

Afin d'obvier aux inconvénients qui résulteraient pour le public d'une interruption prolongée de la circulation des voitures de tramways, j'ai cru devoir, après avoir consulté tous les services intéressés, prendre les décisions suivantes qui ont pour but de déterminer :

Premièrement. Après quelles formalités et suivant quel mode, l'ouverture de ces tranchées devra être faite.

Deuxièmement. Par qui, et aux frais de qui la réfection définitive du pavage sera exécutée.

En ce qui concerne la première question :

1° Aucune tranchée ne pourra être ou rester ouverte entre les voies de fer sans que l'entrepreneur y ait été autorisé, suivant le mode aujourd'hui en vigueur pour les barrages complets des rues. Cependant dans les cas urgents, l'entrepreneur pourra être affranchi du délai obligatoire de 10 jours entre la la demande et le barrage.

2° Les entrepreneurs éviteront en général, l'obstruation des voies ferrées, soit en travaillant la nuit, soit en pratiquant des excavations souterraines sous la voie de fer, soit en posant de petits ponts volants au niveau du pavage. Dans le cas où ces expédients ne suffiraient pas l'administration appréciera la nécessité d'une interruption momentanée de la voie, en fixera la durée, et avertira la Compagnie des tramways qui aura à organiser un service provisoire.

3°. La Compagnie générale des Eaux et la compagnie parisienne du Gaz, lorsqu'elles auront à ouvrir une tranchée atteignant une ligne de tramways, avertiront le Directeur de la Compagnie intéressée en même temps et de la même manière que les Ingénieurs chargés de l'entretien de la voie publique.

4°. Le blocage qui suivra la fermeture de la tranchée sera fait avec des soins spéciaux, de manière que le passage des voitures sur la voie ferrée ne soit nullement entravé.

En ce qui concerne la deuxième question :

1°. La réfection définitive du pavage sera faite entre les rails extérieurs de la voie ferrée par les Compagnies de tramways, au-delà de ces rails, par l'Etat, le département, la ville de Paris et les autres municipalités d'après le mode actuellement en vigueur.

2°. Pour s'indemniser des dépenses mises ainsi à leur charge, les compagnies de Tramways recouvreront sur la Compagnie parisienne du gaz ou la compagnie générale des Eaux, suivant le cas, pour chaque mètre superficiel de raccordement qu'elles auront à faire, une somme de 3f." dans l'intérieur de Paris et de 2f.50 en dehors du glacis des fortifications.

Recevez, Monsieur le Directeur, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le Préfet de la Seine,

# École des Ponts et Chaussées.

# Notions succinctes
## sur la
# Construction des Ponceaux.

## Notes prises par les Élèves.

Le passage des voies de communication sur les dépressions de terrains qu'elles rencontrent dans leur parcours, exige, dans certains cas, la construction d'ouvrages importants qu'on désigne sous le nom général de Ponts. Cette partie de l'art de l'Ingénieur constitue un des cours professés à l'École des Ponts et Chaussées : il ne peut pas en être question ici. On se propose seulement de donner quelques notions succinctes sur les ouvrages de cette espèce qui servent à franchir les dépressions de peu de largeur. Ces ouvrages prennent, dans ce cas particulier, le nom générique de Ponceau.

Les ponceaux sont des arches en maçonnerie ou des travées en bois dont l'ouverture est au plus de 4 mètres.

Dans certains cas, ces ouvrages se composent de simples tuyaux en fonte, rattachés à des têtes en maçonnerie.

On va décrire successivement le mode de construction des ponceaux exécutés dans ces deux systèmes.

On ne s'occupera pas d'ailleurs de la détermination de la hauteur et de l'ouverture de ces ouvrages. Cette question sera traitée avec tous les développements qu'elle comporte, dans le cours spécial consacré à la construction des Ponts.

## Ponceaux en pierre.

### I. _ Ponceaux voûtés avec murs en retour ou en aile obliques.

Forme générale. _ Pour faire passer une route sur un cours d'eau, au

moyen d'un ponceau voûté, on élève de chaque côté du ruisseau un mur vertical et on recouvre par une voûte cylindrique, l'espace compris entre ces deux murs que l'on nomme culées (fig. 4). L'épaisseur de la voûte, au sommet, dépend de l'ouverture du ponceau, de la charge qu'il supporte et de la nature des matériaux. Dans les cas ordinaires, cette épaisseur varie de 0m 35 à 0m 70. On donne ordinairement à la voûte moins d'épaisseur au sommet qu'aux naissances et on forme sa surface extérieure, ou extrados, soit par une surface cylindrique d'un rayon plus grand que celui de la surface intérieure de la voûte elle-même, ou intrados, soit par deux plans inclinés à 4 de base pour 1 de hauteur environ, et raccordés entre eux par une petite surface cylindrique.

L'épaisseur des culées dépend de leur hauteur et de la nature des terres à soutenir. Pour les ponceaux dont la hauteur ne dépasse pas une ou deux fois l'ouverture, l'épaisseur des culées varie du tiers à la moitié de l'ouverture de l'ouvrage. Les culées s'appuient sur un empâtement ayant 0m 15 à 0m 20 de saillie. On ménage une retraite de 0m 10 environ à une petite hauteur au-dessous du point où les maçonneries sortent de terre. Depuis cette retraite jusqu'à leur partie supérieure, les culées présentent du côté des terres qu'elles supportent, un fruit de $\frac{1}{6}$ à $\frac{1}{12}$, ou bien une série de retraites de 0m 10 à 0m 15 de largeur, séparées les unes des autres par des intervalles plus ou moins considérables.

Pour éviter les affouillements, on construit presque toujours sous les ponceaux un radier formé d'un simple pavage de 0m 15 à 0m 35 d'épaisseur quand le terrain est très-résistant et le cours d'eau peu important, ou bien, d'un massif de maçonnerie de 0m 50 à 0m 80 d'épaisseur, qui s'étend sous toute la construction et fait corps avec elle, quand on opère sur un terrain médiocrement solide ou qu'on est en présence d'un ruisseau important et à cours rapide. Nous n'avons pas d'ailleurs à nous occuper ici des dispositions particulières de fondation que rendent nécessaires les sols très-peu résistants. Le radier présente quelquefois une courbe concave dont la flèche varie de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{40}$ de l'ouverture.

Les plans verticaux parallèles à l'axe de la route qui terminent le corps du ponceau dont nous venons de définir les formes générales, sont ce qu'on appelle les plans de tête.

Les talus en terre de la route dépassent, de chaque côté, les maçonneries dont on vient de parler et qui forment le corps du ponceau. Il est indispensable de limiter et de soutenir ces talus par des constructions suffisamment solides, pour empêcher les terres d'envahir l'espace que laissent devant eux les deux plans verticaux des têtes du ponceau. — Il existe deux moyens de remplir ce but.

1° **Murs en retour.** — Le premier consiste dans l'emploi de murs en retour. Ce sont des murs verticaux (fig. 1, 2, 3; Pl. 1) formant de part et d'autre les prolongements des plans de tête. Ces murs, représentés en projection horizontale par AB, A'B', ont à leur origine une épaisseur égale, dans les cas ordinaires, au tiers de la hauteur des terres qu'ils

retiennent ; cette épaisseur est, tantôt la même que celle des piédroits du ponceau, tantôt elle est plus grande qu'elle, parce que les poussées latérales exercées contre les culées sont en partie détruites par la pression verticale supportée par la voûte, qui réagit sur les piédroits, compensation qui manque aux murs en retour.

Les murs en retour présentent intérieurement le même fruit que les culées quand leur surface est inclinée, ou des retraites placées dans les mêmes plans que celles des culées quand cette disposition a été adoptée.

Les murs en retour, étant verticaux, doivent être débordés par les terres des talus de la route, non-seulement dans le sens BC, mais aussi dans le sens AB, et dans ces deux directions, les talus ont l'inclinaison ordinaire des terres coulantes de 1½ de base pour 1 de hauteur. Il faut retenir ces terres et les empêcher d'être entraînées par les eaux pluviales, ou encore les préserver d'inondations qui pourraient, en élevant le niveau du ruisseau, amener la destruction des talus. La forme affectée par les terres coulantes étant, en ce point, une surface conique dont le sommet est au niveau de la route, et dont les génératrices ont une inclinaison de 3 de base pour 2 de hauteur, c'est cette forme qu'il convient de donner au revêtement ; soit qu'on l'établisse en gazon ou en pierres sèches. On laisse un marchepied de 0m 30, environ, entre l'origine de la surface conique et l'arête de la berge du ruisseau, et on prolonge le mur en retour de 0m 20 à 0m 30 au delà du sommet de cette même surface conique ; de sorte que la longueur totale du mur en retour, au delà du sommet du talus du ruisseau, se compose de la largeur du marchepied augmentée de 1½ fois la hauteur du remblai au point de la route que l'on considère, et enfin de la quantité dont ce mur s'enracine dans le talus de la route, au delà du sommet du cône. Souvent comme l'indique la figure 1, pour diminuer la longueur du mur en retour, on donne, à la génératrice du cône qui s'appuie sur ce mur, une inclinaison de 1 de hauteur pour 1 de base seulement. La base du quart de cône est alors une portion d'ellipse. Cette disposition, qui augmente un peu la difficulté de l'exécution du revêtement du talus conique, doit être cependant employée quand elle procure une économie notable sur le cube des maçonneries. Lorsque le revêtement est en pierre, il prend le nom de perré conique. Lorsque la terre est suffisamment cohérente, on se contente d'un gazonnement ou même on se dispense de tout revêtement. En général, dans les ouvrages établis avec soin, on revêt le quart de cône d'un perré jusqu'à un niveau un peu supérieur à celui des grandes eaux extraordinaires, et d'un gazonnement dans la partie supérieure.

2° Murs en aile obliques. — Le second moyen de retenir les terres des talus, consiste dans l'emploi de murs en aile, placés de manière à retenir la terre dans les deux sens, et, en même temps, à recevoir les eaux comme dans un entonnoir et à les diriger dans l'ouverture du ponceau. On donne, en général, à ces murs une certaine inclinaison pour résister plus efficacement à la poussée des terres et une direction telle que leur face antérieure passe par le point résultant de l'intersection du talus de la

route, de la berge du ruisseau et du terrain naturel. Voici comment on détermine leurs projections :

Supposons (fig. 5, 6, 7. Pl. 2) qu'en projection verticale, B'C'D' représente l'arche du ponceau, KA"B', le terrain naturel de chaque côté du ruisseau; qu'en projection horizontale Bb et Cc soient les projections des rives du ruisseau, Ec celle des crêtes de ses berges; Aa, l'intersection d'un des talus de la chaussée avec le terrain naturel. On donne ordinairement aux murs en aile une direction telle que leur face antérieure passe, d'une part, par le point BB' et, de l'autre, par le point résultant de l'intersection du sol naturel avec les deux talus de la berge et de la route; dès lors, si le mur en aile était vertical, sa trace horizontale serait AB; mais, pour que ce mur puisse résister à la poussée des terres, il convient de l'incliner un peu en arrière, ou de lui donner du fruit. Ce fruit varie ordinairement entre 1/20 et 1/5.

S'il était plus fort que 1/5, des terres et des débris, s'arrêtant sur le mur, y développeraient bientôt une végétation toujours nuisible à la solidité des maçonneries, qu'elle ébranle par ses racines. Si ce fruit, au contraire, était plus faible que 1/20, il n'augmenterait que faiblement la stabilité du mur. Adoptons une valeur intermédiaire, comme 1/10 : si nous imaginons un cône ayant pour axe la droite A"A', pour sommet, le point (A"A), et pour base un cercle dont le rayon Aa soit égal au 1/10 de A"A', la face du mur en aile devra être tangente à ce cône, et, conséquemment, sa trace horizontale sera elle-même tangente à la base du cône. Dès lors, si du point A comme centre, avec le rayon Aα = 1/10 de A"A', nous décrivons une circonférence, la tangente Bm sera la trace de la face antérieure du mur sur le plan horizontal. Pour avoir sa trace sur le plan vertical de la tête, rapportons le point f en F' et joignons A"F', cette ligne représentera cette trace sur le plan parallèle aux têtes, passant par (A"A), comme sur le plan des têtes elle doit nécessairement passer en (B'B). La ligne B'G', parallèle à A"F', sera la trace cherchée sur ce dernier. Le point G' se ramène en G, et si l'on tire les droites G'A' et GA, on aura les deux projections de l'intersection de la face du mur en aile avec le talus de la route.

L'épaisseur des murs en aile devrait, logiquement se régler sur la hauteur des terres à soutenir, en donnant à cette épaisseur une valeur moyenne égale au tiers de cette hauteur; le plus souvent, on leur donne, dans les plans de tête, la même épaisseur qu'aux culées. Dans tous les cas, on s'arrange pour que le rampant qui forme la face supérieure du mur en aile et qui suit le talus de la route, ait environ 0m.40 de largeur. Ainsi, pour avoir en projection horizontale et verticale la ligne qui termine le rampant, nous n'avons qu'à mener à AG et à A"G' des parallèles qui en soient distantes de 0m.40. On termine d'ailleurs le rampant par un dé quadrangulaire, comme l'indique la figure.

On élève quelquefois les piédroits et les murs en aile sur un socle de 0m.50 à 0m.60 de hauteur au-dessus du terrain et présentant une retraite de 0m.10 à

0m 15, mais il en résulte une augmentation de dépense que l'on doit généralement éviter.

La même observation s'applique aux murs en retour.

## Appareil.

— Après avoir décrit la forme géométrique du ponceau, il reste à indiquer comment on peut exécuter cet ouvrage avec les matériaux ordinaires de construction, à faire connaître, en un mot, la disposition de l'appareil de ses différentes parties, c'est à dire le système adopté pour l'arrangement des joints des pierres qui doivent entrer dans sa composition.

La pierre de construction la plus habituellement employée provient des terrains de sédiment. Elle se trouve par bancs plus ou moins épais. Sa résistance est plus grande perpendiculairement aux faces de ces bancs naturels que suivant toute autre direction. Il convient, par conséquent de disposer chaque pierre de telle sorte que ses faces de lit soient perpendiculaires à la plus grande pression exercée sur elle. L'épaisseur des pierres de taille et des moellons est extrêmement variable. Mais, dans les constructions de peu d'importance, on ne donne pas, en général, aux assises de pierre de taille, plus de 0m 30 à 0m 50 d'épaisseur. Les assises de moellon ont, presque toujours, la moitié ou le tiers de la hauteur des assises de pierre de taille. Quant aux briques habituellement employées, leurs dimensions sont les suivantes: épaisseur 0m 05, largeur 0m 11, longueur 0m 23.

## Appareil de la voûte.

— Dans toute voûte et généralement dans toute construction, on adopte, comme règle générale, de diriger ses lignes de joints suivant les lignes de plus grande et de moindre courbure, lignes qui se coupent toujours à angle droit de manière à éviter des coins aigus sujets à éclater. Mais, au lieu de conserver la continuité de ces deux systèmes de lignes, on en laisse un continu et on prend l'autre discontinu afin d'augmenter la solidité de la construction. On choisit toujours pour système discontinu celui qui est le plus rapproché de la direction de la pesanteur. Dans le cylindre d'une voûte ordinaire de pont, les lignes continues seront donc les génératrices horizontales, et les lignes des joints discontinus, des circonférences parallèles à la directrice ou à la courbe des têtes. Les surfaces des joints devant être normales au cylindre, donneront, sur les têtes, des lignes normales pour limites des voussoirs, et ces voussoirs auront à remplir les conditions suivantes:

1° D'être en nombre impair;

2° D'avoir en douelle des épaisseurs à peu près égales;

3° Et enfin, de se raccorder parfaitement avec les assises horizontales du mur contigu, en leur laissant des hauteurs sensiblement égales et sans avoir besoin de crossettes.

Les crossettes sont des saillies horizontales (fig. 9) que les architectes donnent quelquefois à un voussoir sur le voussoir inférieur, pour aider au raccordement dont on vient de parler. On doit exclure avec soin cette disposition, car il arrive souvent

que les tassements qui s'opèrent dans la voûte, au moment du décintrement ou plus tard, disjoignent les crossettes et font éclater les voussoirs.

Toutes ces conditions peuvent s'obtenir ensemble au moyen de quelques tâtonnements.

Les plans des joints devront être normaux à la voûte; ceux qui passent par des sections perpendiculaires à l'axe de la voûte seront verticaux. — Ceux menés par les génératrices passeront, par leur prolongement, par l'axe de la voûte. Dans l'élévation, ces derniers se projetteront suivant les rayons du cercle qui forme la voûte. On les termine supérieurement; dans l'intérieur de la voûte, suivant une surface à peu près parallèle à la douelle et de manière à former liaison avec les petits matériaux des reins de la voûte. On sait d'ailleurs qu'on nomme clef de la voûte, la pierre placée au sommet et qui sert en quelque sorte à la clore.

Appareil des bandeaux. — La tête du ponceau se termine, à sa partie supérieure, par un cordon ordinairement en pierre de taille en saillie de 0m.10 à 0m.20 sur le plan des voussoirs de tête. Quand l'épaisseur du remblai sur le ponceau ne dépasse pas 0m.35 à 0m.50, on donne au cordon la forme indiquée par les figures 3 et 7; quand, au contraire, on a besoin de soutenir un remblai considérable, on le dispose comme le montre la figure 10, pour retenir les terres du talus et se raccorder avec lui. On place souvent, au dessus du bandeau des ponceaux, un parapet en pierre ou une série de bornes. Ces dispositions, qui augmentent notablement la dépense, ne présentent, en général d'utilité réelle que si la route est étroite, si la hauteur de l'ouvrage est considérable, ou si le ruisseau est profond. Mais il est nécessaire d'y avoir recours dans ces circonstances là.

Raccordement de la face de tête avec les murs en aile. — Les murs en aile et la face de tête sont reliés entre eux par des pierres engagées à la fois dans ces deux parties de la construction. Ces pierres présentent un angle dièdre rentrant aux plans duquel sont perpendiculaires les faces de contact de ces pierres avec les matériaux voisins.

Appareil du rampant et des murs en aile. — Etudions cet appareil sur la coupe verticale faite par l'axe de la voûte (fig. 7). Soit JLON cette projection dont le côté JN a l'inclinaison du talus de la route. Afin d'éviter les angles aigus, on donnera aux pierres qui forment le rampant une petite face de 0m.05 à 0m.07 de hauteur, perpendiculaire au talus de ce rampant et qui se projette suivant une perpendiculaire à JN. On peut les faire correspondre soit à chaque assise de pierre de taille, comme sur la figure 7, soit à chaque assise de moellons, ce qui est plus économique. A cause de l'évasement ou du fruit du mur, il est évident que les lignes de plus grande pente qui doivent déterminer la direction des

joints parallèles à l'action de la gravité, ne sont pas projetées ici suivant des verticales. Pour les tracer, abaissons dans le plan la perpendiculaire GI sur la trace Bm du mur, ramenons le point I en I', tirons GI'. Enfin, dans la coupe, divisons IO au point I, en parties proportionnelles à celles de Bm et menons JI,. Nous aurons sur les trois plans de projection, la direction de la ligne de plus grande pente du mur en aile. Il est également nécessaire de déterminer dans le plan et dans l'élévation la direction des petits joints perpendiculaires au rampant ; il suffit, pour cela, de mener dans la coupe la droite IR perpendiculaire à JN, de ramener le point R en r' sur l'élévation et r sur le plan, et de tirer les lignes B'r', Br. Les projections horizontale et verticale des joints dont nous venons de parler devront leur être respectivement parallèles.

On remplaçait autrefois l'appareil que l'on vient d'indiquer, par des pierres taillées en crossette, comme l'indique la figure 11. Cette disposition, moins mauvaise dans ce cas que dans l'appareil de la voûte, doit être cependant rejetée par les motifs que nous avons déjà signalés et n'est plus actuellement en usage.

On termine assez fréquemment le rampant par une plate-bande en pierre, à faces parallèles (fig. 12). Ce mode de construction a l'inconvénient d'obliger à terminer par des angles aigus les moellons des assises horizontales. Mais quand on a soin de ne pas donner trop de longueur aux plates-bandes en les séparant par des rampants ordinaires, comme l'indique la même figure, le revêtement est suffisamment solide et présente une économie réelle.

Appareil du radier. — Lorsqu'on est obligé, comme il a été expliqué ci-dessus, de construire un radier en maçonnerie, il se prolonge jusqu'à l'extrémité des murs en aile et se termine par une tête appareillée en voûte (fig. 6) pour retenir les pierres placées derrière elle. Les joints continus des maçonneries du radier doivent être perpendiculaires et les joints discontinus parallèles au sens du mouvement des eaux.

On exécutait toujours autrefois en pierre de taille les voussoirs des têtes, le bandeau, les rampants des murs en aile, leur raccordement avec les têtes et les extrémités du radier, mais actuellement on supprime très-souvent la pierre de taille, excepté pour la plinthe et les angles qui sont faits seulement en moellons bien appareillés. Le reste de la maçonnerie est en moellons ou en brique. Les parements vus de la pierre de taille sont ordinairement de 0m.01 à 0m.02 en saillie sur le plan des autres maçonneries.

Chape. — L'extrados de la voûte est recouvert d'un enduit en béton ou en mortier de bonne qualité, destiné à s'opposer à l'introduction des eaux d'infiltration dans les joints des voussoirs. Cet enduit porte le nom de Chape. Il a 0m.05 à 0m.08 d'épaisseur. Les chapes sont presque toujours recouvertes d'une couche d'asphalte pour

les grands ouvrages, mais on en emploie très-rarement pour les ponceaux.

**Ragrément et rejointoiement.** — Quand les maçonneries sont terminées, on s'occupe de leur ragrément et de leur rejointoiement. Le ragrément des pierres de taille consiste à retoucher les faces qui pourraient se trouver gauches ou inégales. Le rejointoiement se fait en enlevant, avec un crochet de fer, sur une certaine épaisseur, le mortier des joints de tous les parements vus, pour le remplacer par du mortier d'une qualité supérieure que l'on fait sécher sous le frottement du lissoir, de manière à lui donner le plus de dureté possible.

**Perrés.** — Les revêtements en pierre des quarts de cône de ponceau avec murs en retour et des talus de la route ou des berges du ruisseau, sont exécutés ordinairement en pierres sèches posées à joints incertains, ou en assises plus ou moins régulières. Dans ce dernier cas, les joints horizontaux sont continus et les joints verticaux sont discontinus. Les perrés des berges du ruisseau sont quelquefois couronnés d'un bandeau en pierre de taille.

L'épaisseur des perrés varie de 0m.20 à 0m.35.

**Cintre.** — Une voûte ne se soutient par elle-même que lorsqu'elle est entièrement terminée; il faut donc, pendant la construction, un moyen tout particulier pour maintenir les voussoirs jusqu'à ce que la clef soit posée. On se sert pour cela, de cintres en bois composés de différentes formes verticales qui ont, extérieurement, la courbure des pierres de la voûte qui doivent s'appuyer sur elles. On emploie ordinairement pour les cintres des ponceaux, des bois de 0m.15 à 0m.20 d'épaisseur. Le nombre des fermes dépend de la longueur, de l'épaisseur de la voûte et de la force des couchis ou bois qui vont d'une ferme à l'autre.

Pour des ponceaux d'une ouverture moyenne, chaque ferme d'un cintre se compose (fig. 8) ordinairement de deux poteaux montants RR', d'un entrait S, d'un petit poinçon T, et de deux pièces appelées vaux dont le dessus est taillé suivant une surface cylindrique concentrique à la surface de la voûte. Sur ces courbes on place des couchis qui, pour les ponceaux sont seulement formés de planches ou de madriers peu épais. C'est sur ces derniers que s'appuient immédiatement les voussoirs.

**Longueur entre les têtes.** — Dans tout ce qui précède, on ne s'est point occupé de la hauteur du remblai au-dessus de la voûte du ponceau. On conçoit, en effet, que cette hauteur dépend, pour un remblai donné, de la hauteur des piédroits qui supportent la voûte; moins ils sont élevés, plus la voûte est longue, et, au contraire, plus ils sont hauts et moins la voûte a de longueur. De sorte que la masse des maçonneries diminue dans le sens longitudinal quand elle augmente en hauteur et en épaisseur, ou réciproquement.

On doit s'arrêter à la disposition par laquelle la dépense de construction est la plus faible possible.

---

# II. _ Autres formes de ponceaux.

Les détails dans lesquels on est entré pour l'appareil des ponceaux avec murs en aile obliques, permettront, dans ce qui va suivre, de se borner à une description sommaire des formes générales de l'ouvrage, sans s'arrêter aux détails d'appareil que les figures indiqueront suffisamment.

Ponceau à têtes inclinées. _ On construit quelquefois des ponceaux (fig. 13), dont les têtes ne sont autre chose que l'intersection de la voûte et de ses piédroits par le plan des talus de la route. _ Les pierres des têtes, ainsi disposées, sont imparfaitement liées entre elles et se terminent en biseaux aigus qui sont toujours facilement altérables. Ce double inconvénient doit faire rejeter cette disposition.

Ponceau à murs en aile droits. _ Au lieu de murs en aile obliques, comme ceux que nous avons décrits, on emploie très-souvent, maintenant, des murs en aile verticaux placés dans le prolongement des piédroits (fig. 14, 15, 16, 17). Cette disposition très-simple, d'une exécution et d'un tracé faciles, est, en général, parfaitement convenable.

Voûtes en arc de cercle. _ Quand la faible hauteur du remblai ne permet pas de construire une voûte en plein cintre, on donne à la courbe d'intrados la forme d'un arc de cercle. Cette forme particulière de la voûte n'apporte d'ailleurs, à la construction, aucune modification importante; on doit seulement donner aux piédroits une épaisseur plus grande que celle qui serait nécessaire, avec une voûte en plein cintre de même ouverture, pour résister à l'accroissement de la poussée.

Ponceaux dallés. _ Quand l'ouverture est peu considérable, que le pays fournit des matériaux appropriés et enfin, quand des circonstances particulières obligent à réduire autant que possible la hauteur entre le sol de la route et le fond du ruisseau, on emploie des ponceaux formés simplement de deux murs verticaux recouverts d'une dalle en pierre, sous laquelle passent les eaux, et qui supporte le remblai ou la chaussée de la route.

Les deux murs verticaux ou culées des ponceaux dallés (fig. 21) sont presque toujours réunis, à leur partie inférieure, par un massif de maçonnerie qui répartit uniformément, sur le sol, le poids de l'ouvrage et sert, en même temps, de radier pour prévenir les affouillements.

Les terres du remblai de la route sont retenues, aux deux extrémités du ponceau, soit par des murs en retour (fig. 18, 19, 20) qu'elles dépassent de chaque côté pour former un quart de cône, soit par des murs en aile droits (fig. 22, 23, 24, 25, Pl. 3) dont le rampant présente l'inclinaison des talus de la route.

Les murs en retour sont ordinairement construits en moellons piqués ou smillés, ou en briques. Les angles seuls de l'aqueduc sont en pierre de taille.

Les rampants des murs en aile, quand on adopte cette disposition, sont en pierre de taille et taillés, comme l'indique la figure, en prismes pentagonaux ne présentant aucun angle rentrant ou crossette. La hauteur de la face verticale de ces prismes est habituellement égale à l'épaisseur de deux moellons pour que les faces horizontales se raccordent facilement avec les plans généraux des assises des piédroits.

Le cordon en pierre qui complète la tête des aqueducs à dalle et sert à retenir la terre des remblais sur la route, présente la disposition indiquée par les figures 20, 24, ou par la figure 26, suivant que le remblai à soutenir est égal ou supérieur à l'épaisseur même de ce cordon.

**Aqueducs à dalle accolés.** — On accole quelquefois plusieurs aqueducs à dalle (fig. 27, 28) quand on a besoin d'un assez grand débouché et que la disposition des lieux ne permet d'élever la route qu'à une faible hauteur au-dessus du fond du ruisseau. Les routes des plaines de la Beauce et de l'Orléanais offrent de nombreux exemples de cette disposition.

**Aqueducs dallés biais.** — La construction des aqueducs dallés biais ne présente aucune difficulté. La forme seule des pierres des rampants se trouve modifiée. Les prismes droits pentagonaux des aqueducs ordinaires se transforment en prismes obliques dont le tracé et l'exécution n'exigent qu'un peu d'attention. Il n'a pas semblé nécessaire de figurer ce mode de construction.

L'ouverture des aqueducs dallés dépend de la nature des pierres dont on peut disposer. On en construit, soit avec les dalles de Volvic, soit avec les pierres schisteuses de quelques parties de la France, qui ont jusqu'à 1m.50 et même 2m.00 de longueur. Il est toutefois, extrêmement rare qu'il y ait avantage à atteindre ces dimensions exceptionnelles.

L'épaisseur des culées dépend de leur écartement et de leur hauteur; elle ne doit, dans aucun cas, être inférieure à 0m.40, et ne dépasse presque jamais 0m.70. La largeur des rampants est presque toujours de 0m.40. L'épaisseur du radier varie de 0m.30 à 0m.80, suivant la nature du sol sur lequel on s'appuie.

**Ponceaux sur des ruisseaux à forte pente.** — Quand les ponceaux sont établis sur des ruisseaux qui ont une forte pente et que la voûte a une certaine

largeur, la hauteur du radier à l'amont et à l'aval est très-différente. On donne alors au radier une pente plus ou moins forte (fig. 29), ou bien on le partage en plusieurs parties horizontales séparées par des murs verticaux. On doit, dans ces deux cas, donner au radier une grande force pour résister à l'action destructive des eaux et établir à l'aval un avant-radier en enrochements pour éviter les affouillements.

Il arrive quelquefois que le lit du ruisseau se trouve à une hauteur égale ou supérieure à celle de la route. On construit alors (fig. 30) en avant des têtes du ponceau un puisard qui reçoit les eaux et les dirige sous le ponceau. Le fond du puisard doit descendre au-dessous du niveau du radier. L'eau perd une partie de sa vitesse par les tourbillons que produit cette disposition et laisse déposer, dans cet espace, beaucoup de matières qui pourraient, sans cette précaution, aller s'arrêter sous le ponceau qu'elles finiraient par obstruer et dont le curage serait beaucoup plus difficile que celui du puisard.

Remarque sur la position des ponceaux. — Souvent, lorsqu'on est dans des montagnes escarpées et stériles, et que les remblais ont une grande hauteur, au lieu d'établir le ponceau en a (fig. 31), on l'élève en a', au-dessus du fond du ravin; de cette manière, on s'établit encore sur un terrain ferme; on diminue le cube des maçonneries et l'on craint moins de voir ce débouché obstrué par les dépôts des eaux d'orage. L'eau forme alors souvent une espèce d'étang dont les eaux surabondantes s'écoulent quand son niveau est monté à la hauteur a'; mais cette disposition ne doit être adoptée que si l'espace couvert par les eaux est peu étendu, et la stagnation peut être complètement évitée lorsque le terrain présente une forte pente transversale.(1)

# Ponceaux en fonte.

Les ponceaux en fonte le plus ordinairement employés dans les travaux de routes sont formés d'un simple tuyau en fonte engagé dans deux têtes en maçonnerie (fig. 32 à 38). Le tuyau de fonte est quelquefois simplement posé sur le sol ou sur une couche de béton. Dans d'autres circonstances on l'enveloppe complètement dans toute sa longueur d'un massif en maçonnerie.

Les tuyaux en fonte peuvent avoir jusqu'à près de 1m de diamètre. Il est rare, cependant, qu'on en construise d'aussi volumineux. Il vaudrait mieux, en général, placer plusieurs tuyaux plus petits les uns à côté des autres, que d'employer des pièces de fonte aussi considérables.

(1) Les planches 4 à 11, représentent des types adoptés pour les déviations de routes et chemins aux abords des chemins de fer dépendant du réseau d'Orléans. Ces types étudiés par M. Morandière sont à la fois simples, solides et économiques.

Les tuyaux portent à l'une de leurs extrémités, un évasement dans lequel entre librement (fig. 39) l'extrémité du tuyau suivant. On remplit l'intervalle annulaire qui existe entre les deux tuyaux, au moyen d'une tresse en chanvre graissée, que l'on introduit d'abord et par dessus laquelle on tasse fortement du ciment de Vassy, du mastic à la limaille, ou mieux encore du plomb fortement matté. Pour employer ce dernier moyen, qui donne des joints parfaitement étanches, on introduit, au fond de l'espace annulaire qui sépare les tuyaux mis en place, la tresse de chanvre dont nous avons parlé, puis on ferme par un boudin d'argile molle l'entrée de l'espace annulaire en laissant seulement à la partie supérieure une ouverture pour couler le plomb fondu. Quand ce métal est refroidi, on le tasse fortement à coups de marteau avec un ciseau à matter, après avoir enlevé le boudin d'argile.

On a employé, pour les aqueducs syphons de quelques canaux, des demi-cylindres en fonte posés sur des piédroits en maçonnerie et retenus par des tirants en fer ancrés dans les fondations et boulonnés dans les rebords horizontaux des demi-cylindres. Il doit être extrêmement rare que l'on soit obligé, pour les routes, d'avoir recours à ce mode de construction.

---

Imp. P. Méa. 70. Rue St Victor. Paris.

# PONCEAU AVEC MURS EN RETOUR.



Fig. 1 — Élévation. ($0^m,01$)

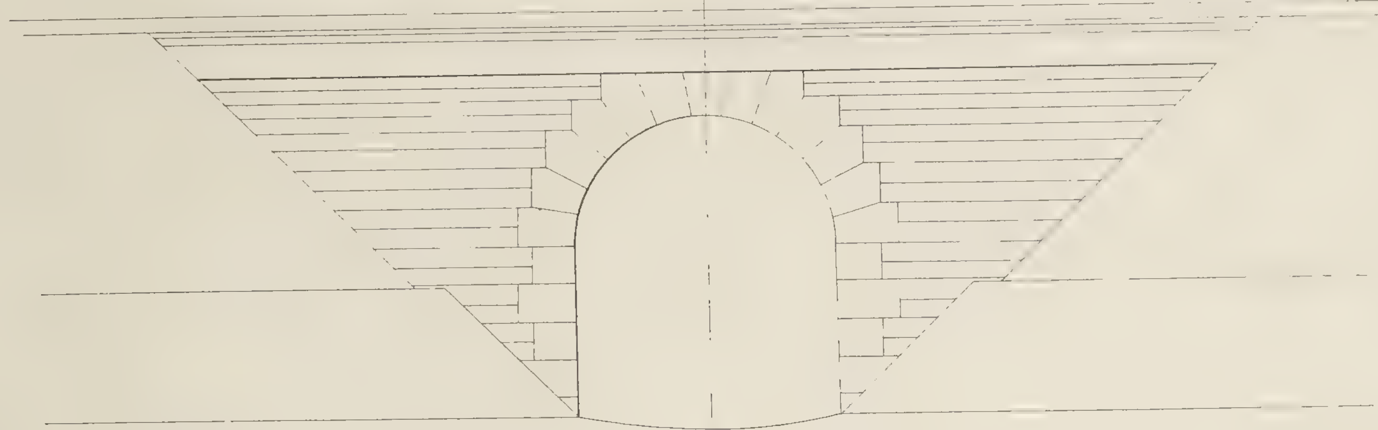


Fig. 2 — Plan. ($0^m,01$)

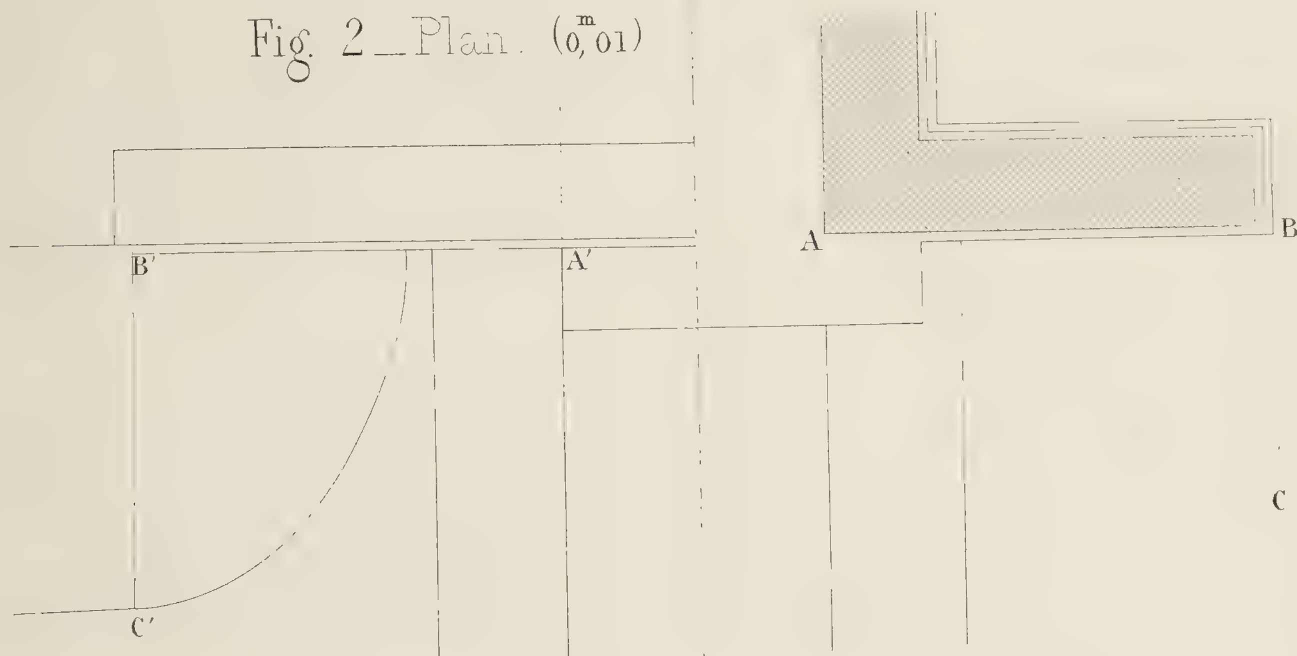
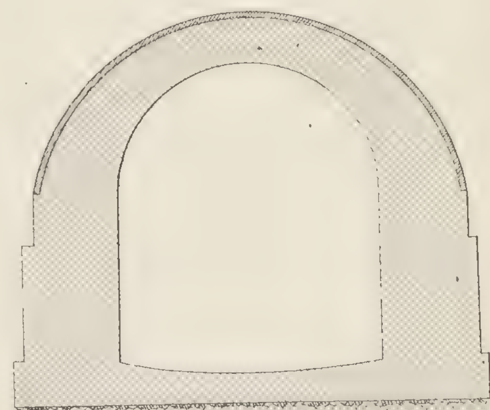



Fig. 3 — Coupe en long. ($0^m,01$)



Fig. 4 — Coupe en travers ($0^m,01$)



*Imp. P. Méa r. S.t Victor 70 Paris*

Fig. 5 __ Élévation. ($0^m,01$)

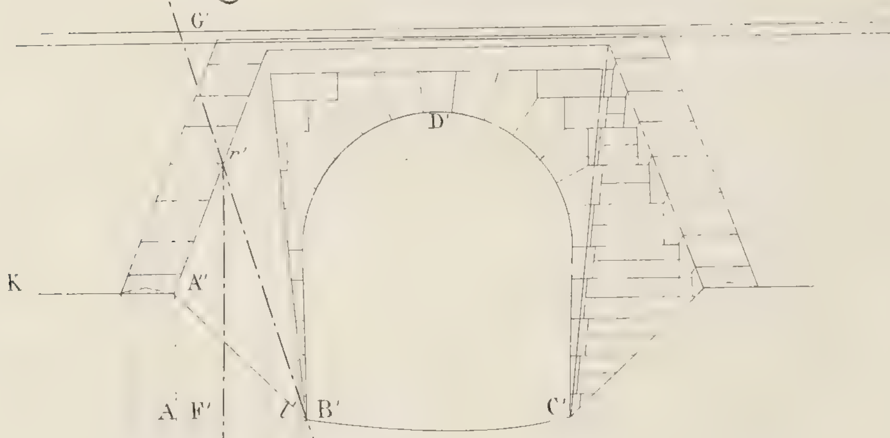



Fig. 7 __ Coupe en long.

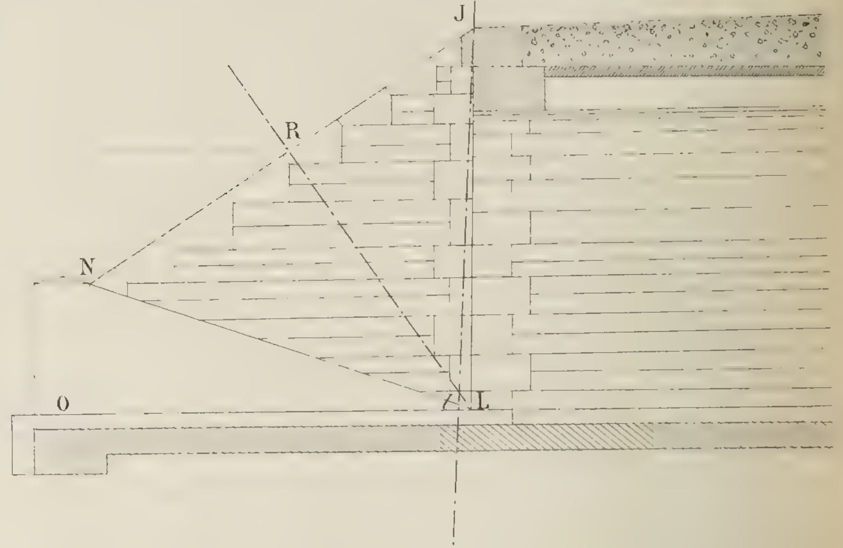



Fig. 6 _ Plan

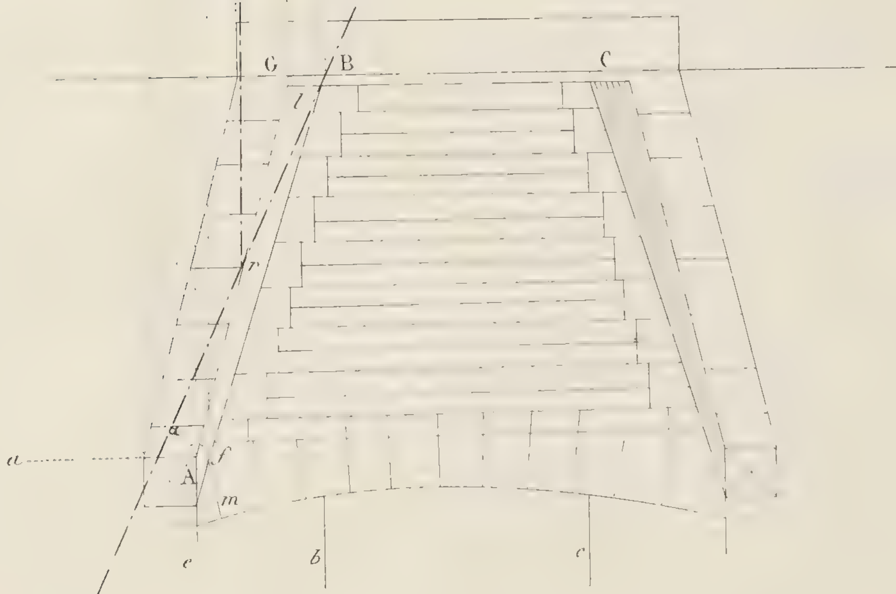



Fig. 8 __ Coupe en travers

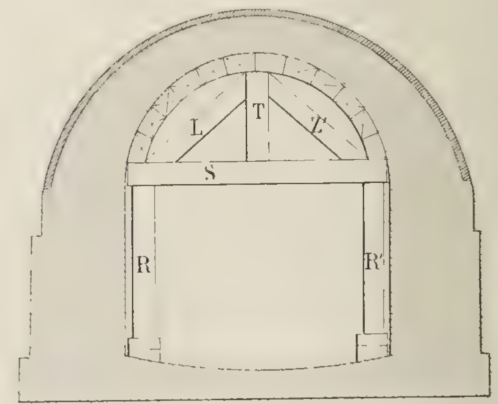



Fig. 9

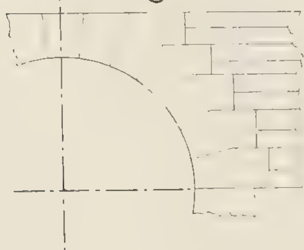


Fig. 10



Fig. 13

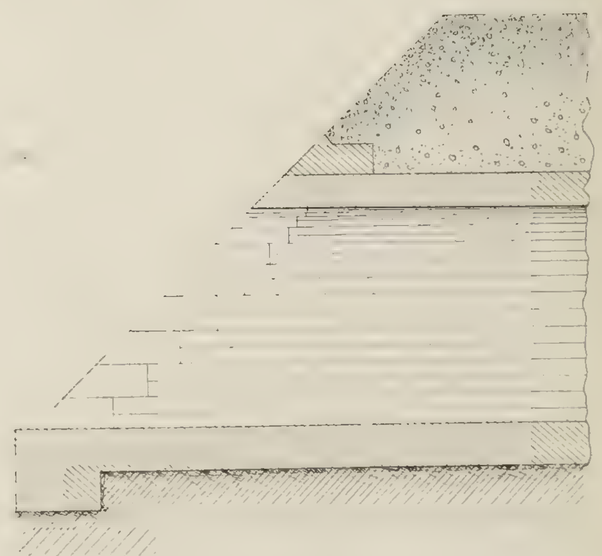


Fig. 11

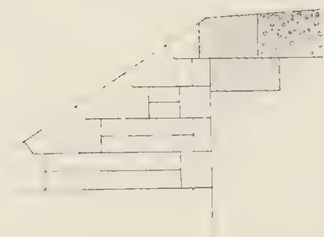
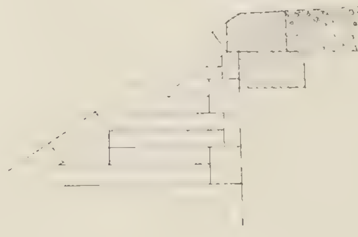


Fig. 12



Imp. P. Méa r. St. Victor 70 Paris

Fig. 14 _ Élévation ($0^m,01$)

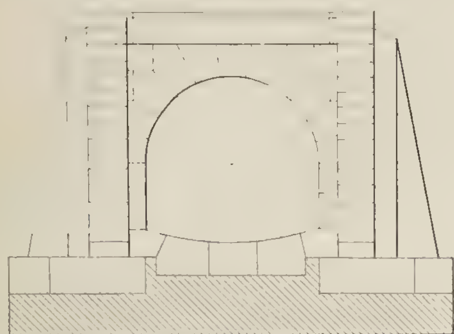


Fig. 15 _ Coupe en long

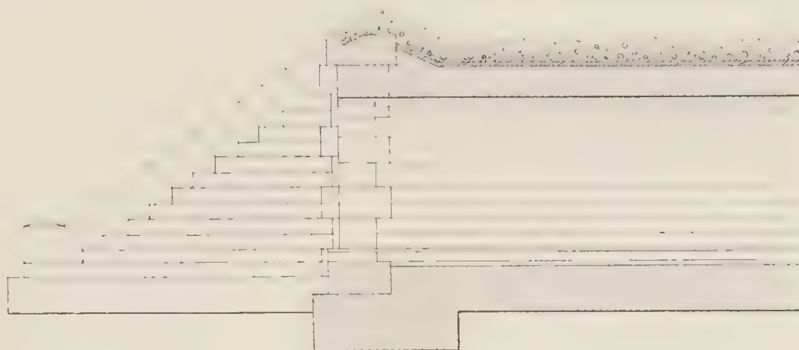


Fig. 16 _ Coupe en travers

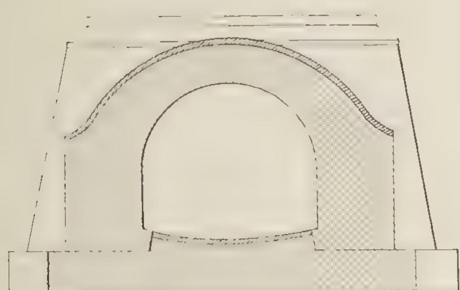


Fig. 17 _ Plan

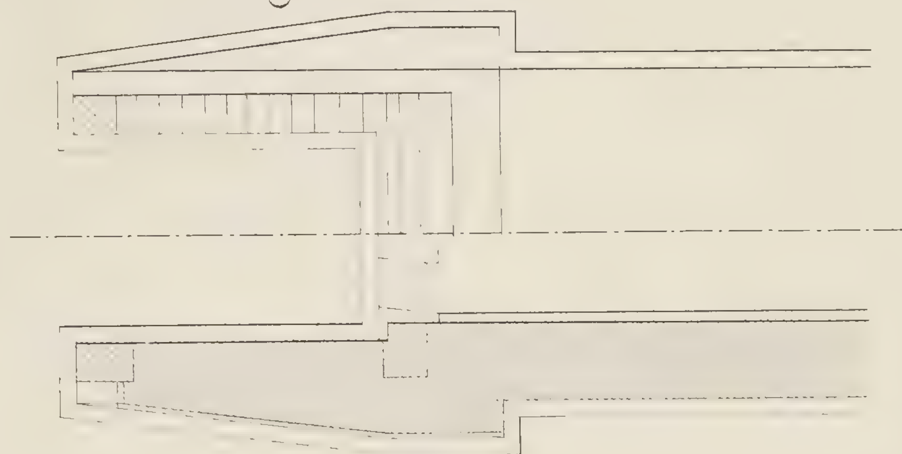


Fig. 18 _ Élévation. ($0^m,02$)

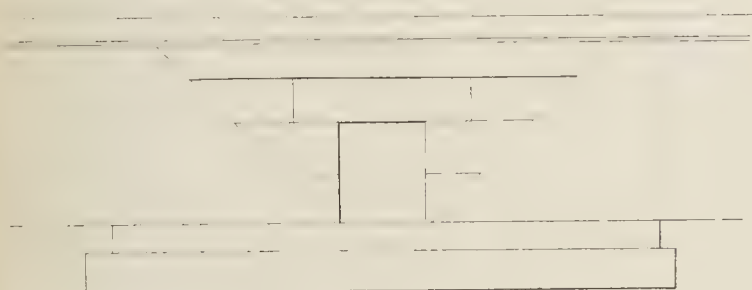


Fig. 20 _ Coupe en long

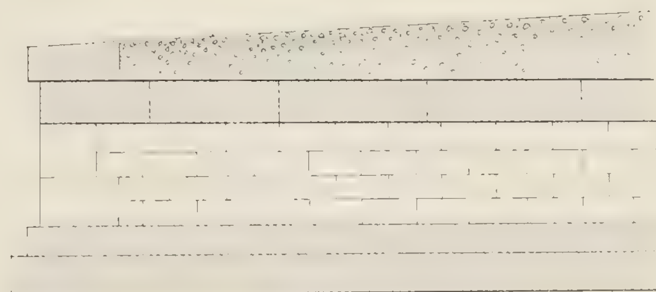


Fig. 19 _ Plan.

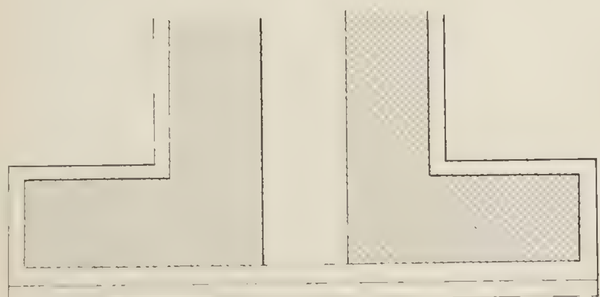


Fig. 21 _ Coupe en travers

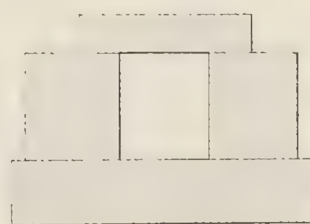


Fig. 22 _ Élévation. (0,02)

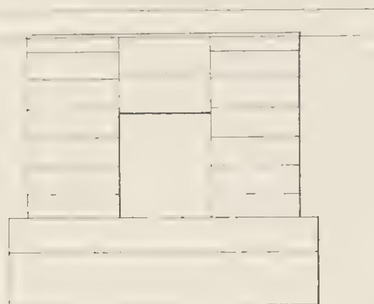


Fig. 24 _ Coupe en long.

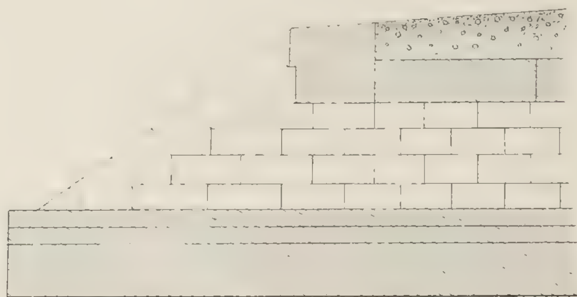


Fig. 25 _ Coupe en travers.

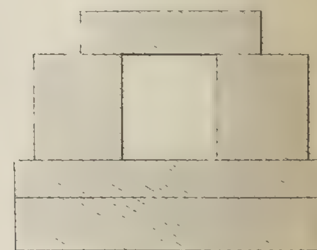


Fig. 23 _ Plan

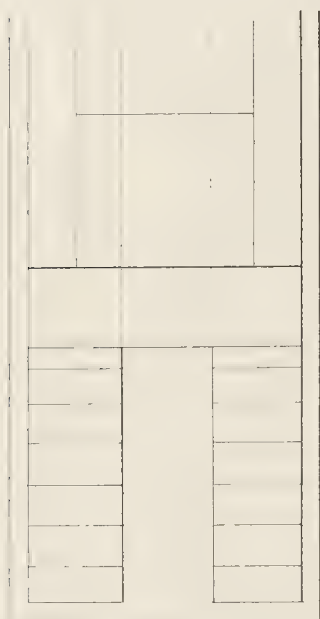


Fig. 27 _ Élévation.

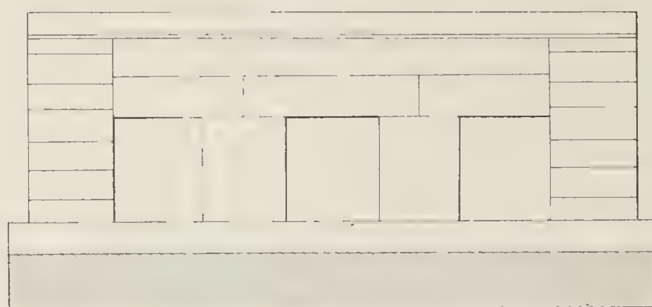


Fig. 26



Fig. 30 _ Puisard

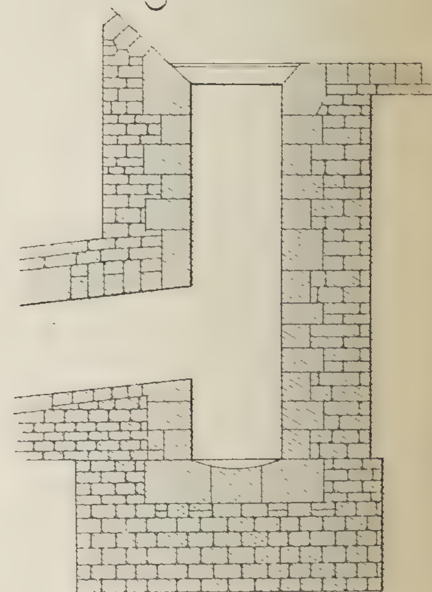


Fig. 28 _ Plan.

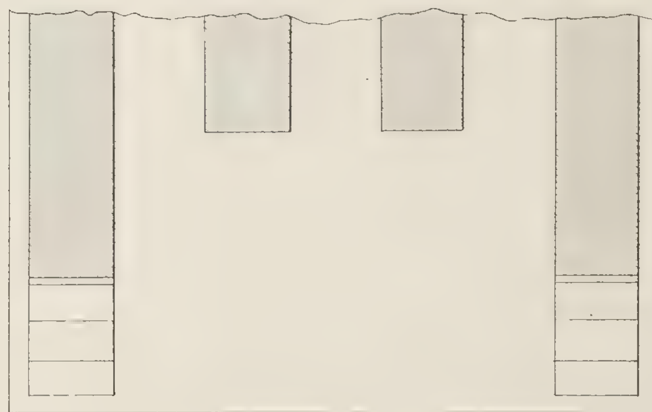
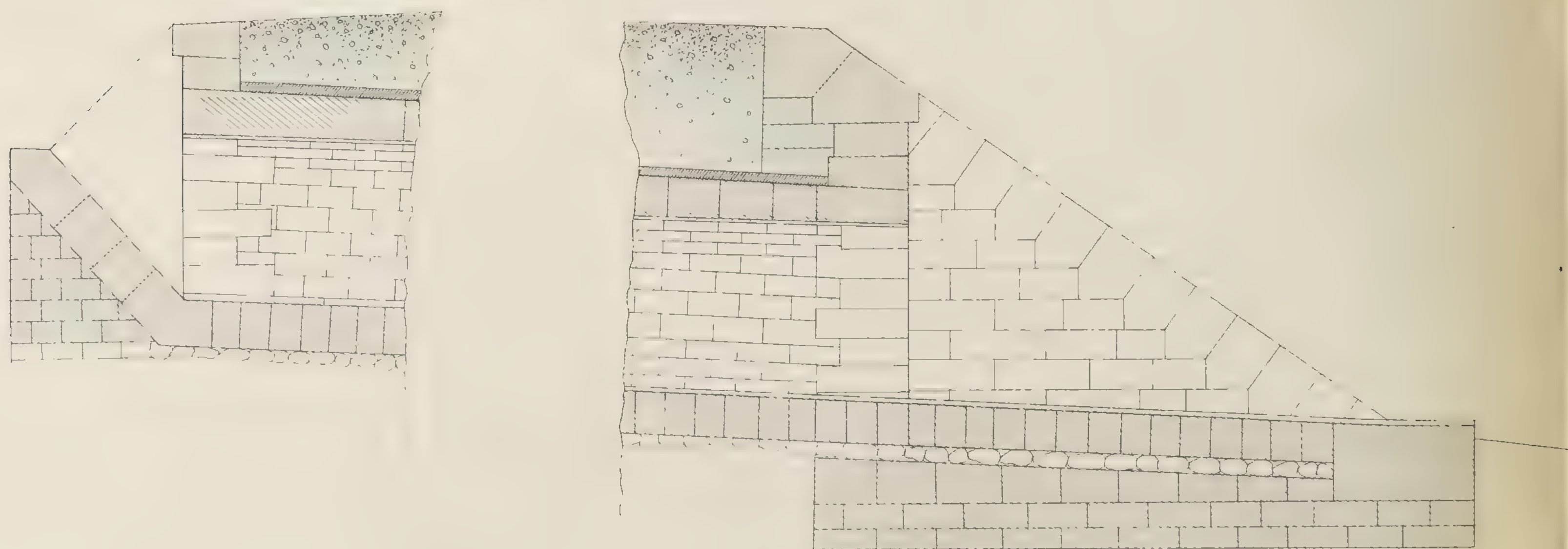


Fig. 29 _ Ponceau à forte pente



*Imp. P. Méa r. S^t Victor 70 Paris.*

Fig. 31 _ Ponceau dans des vallées profondes




Fig. 32 _ Élévation (0,m02)

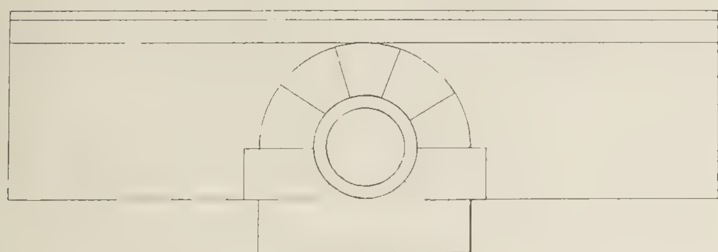


Fig. 34 _ Coupe en long (0,m01)

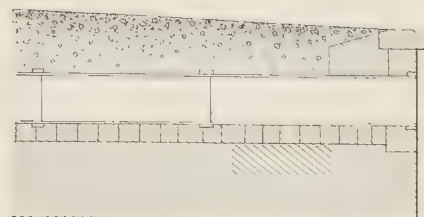


Fig. 33 _ Coupe en travers

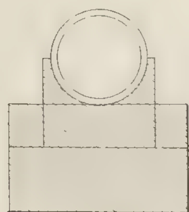


Fig. 35 _ Plan

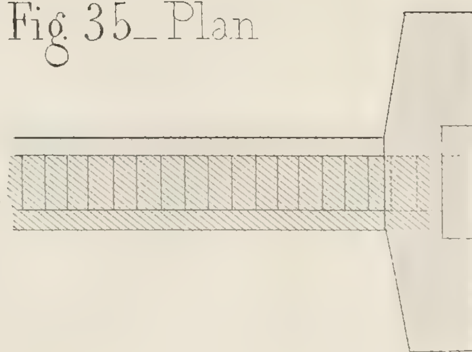


Fig. 36 _ Élévation (0,m02)

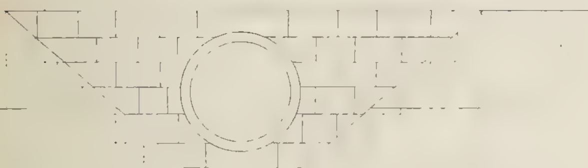


Fig. 37 _ Coupe en travers

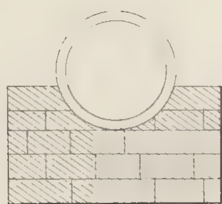


Fig. 38 _ Coupe en long

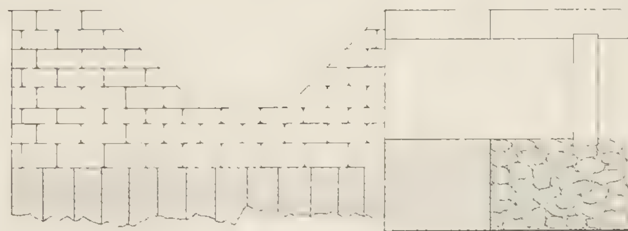
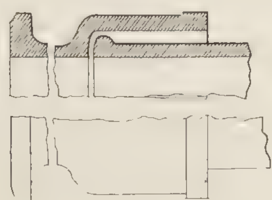


Fig. 39 _ Tuyau

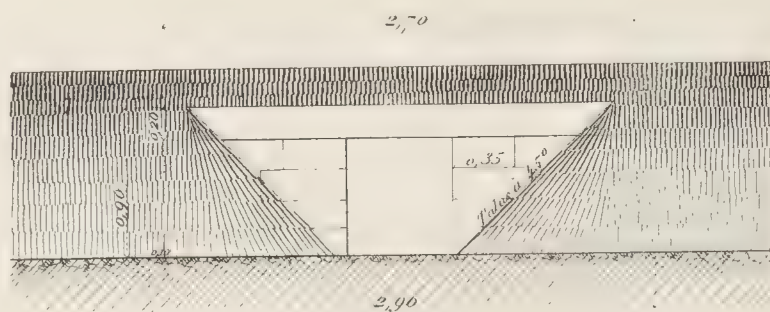


# DALLEAU DE 0m. 6

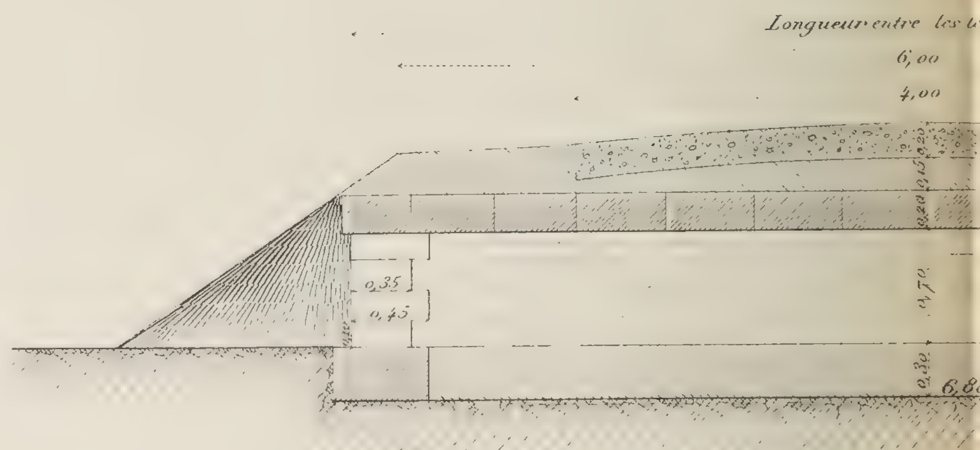
pour routes



Elévation

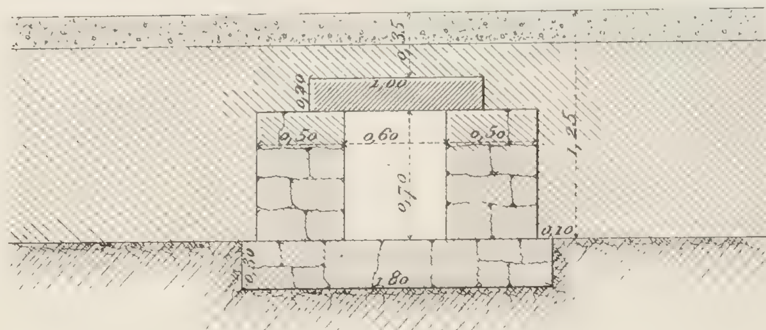



Coupe longitu



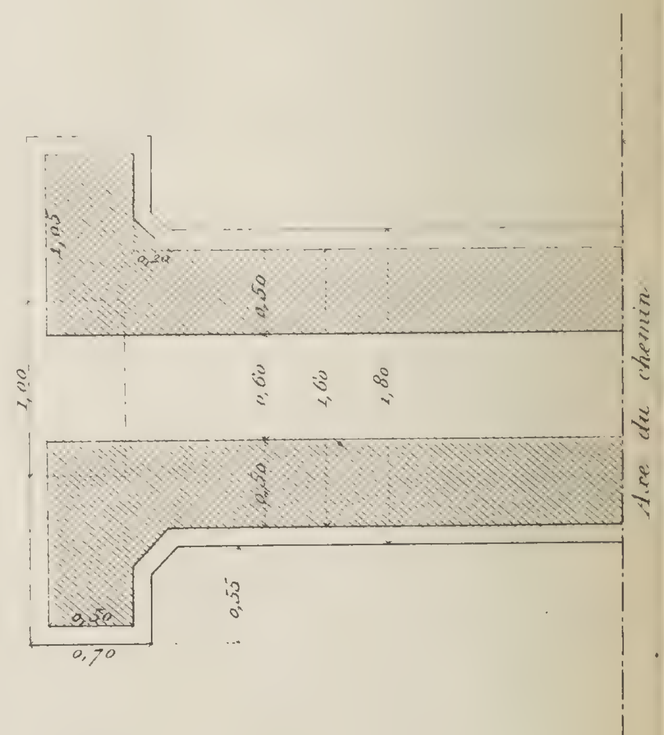

Coupe transversale

*suivant l'axe du chemin.*

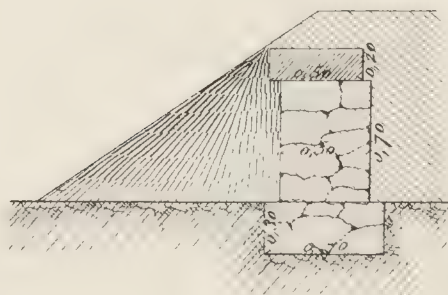



Plans

*Plan au niveau des dalles.*

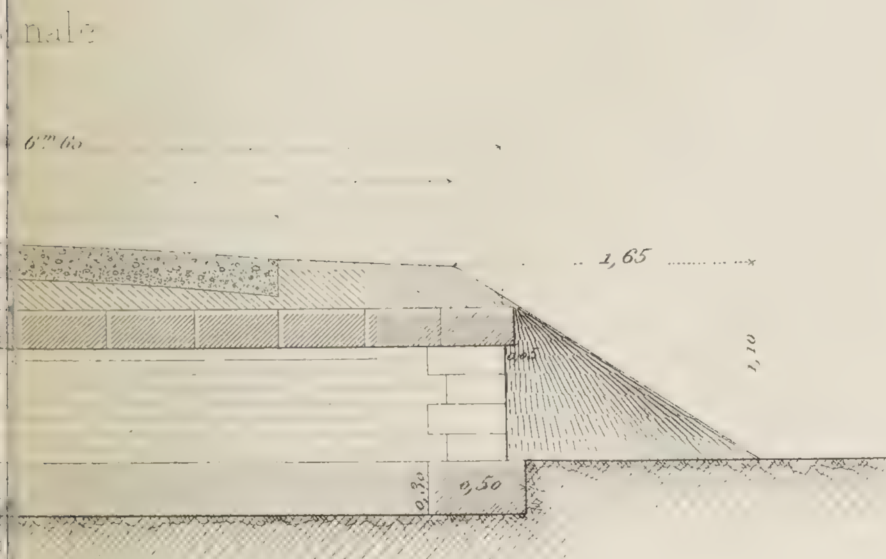



Coupe d'un mur en retour

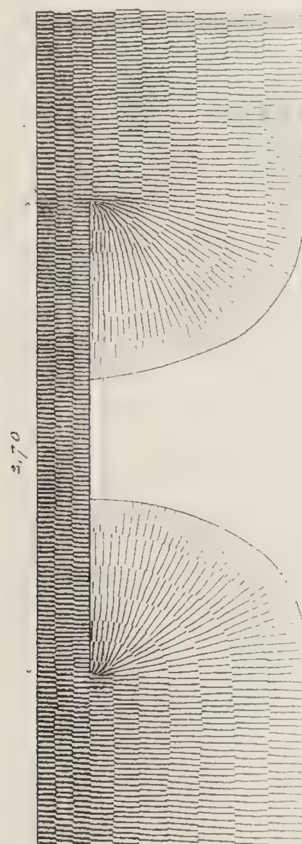



*Echelle de 0m 02 p*

*Imp. P. Héa r. St. Victor 70 Paris*




Plan supérieur des ouvrages.




etre (1/50)

# DÉTAIL ESTIMATIF

## 1°_Pour le Dalleau entier de 6.m 60 de long.r

| N.° du Métré | Désignation des Ouvrages | Quantités | Prix de l'unité | Dépenses partielles | Dépenses totales |
|---|---|---|---|---|---|
| | **§ 1.er _ Maçonneries** | | | | |
| 1 | *Déblais pour fondations* | 4.m.c.75 | | | |
| 2 | *Maçon.ie de mœllon ordinaire* | 8,85 | | | |
| 3 | *Maçon.ie de moëllon piqué* | 0,63 | | | |
| 4 | *Rejointoiem.t de moëllon piqué* | 3.m.s.45 | | | |
| 5 | *Parem.ts vus de moëllon parem.té* | 12,58 | | | |
| 6 | *Dalles de recouvrement* | 1,64 | | | |
| 7 | *Parem.ts vus des dalles de recouv.t* | 5,62 | | | |
| | **§ 2 _ Ouvrages divers** | | | | |
| 8 | *Perrés p.r quarts de cône aux abords* | 6,00 | | | |
| 9 | *Gazonnage au dessus des perrés* | 10,00 | | | |
| | *Total* | | | | |

## 2°_Pour 1.m 00 linéaire

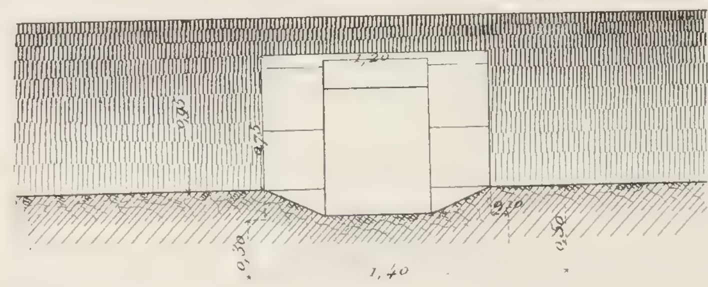
| N.° du Métré | Désignation des Ouvrages | Quantités | Prix de l'unité | Dépenses partielles | Dépenses totales |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Déblais pour fondations* | 0.m.c.54 | | | |
| 2 | *Maçon.ie de moëllon ordinaire* | 1,24 | | | |
| 5 | *Parem.ts vus de moëllon parem.té* | 2.m.s.00 | | | |
| 6 | *Dalles de recouvrement* | 0,20 | | | |
| 7 | *Parem.ts vus dalles de recouv.nt* | 0,60 | | | |

# DALLEAU DE 0m 6

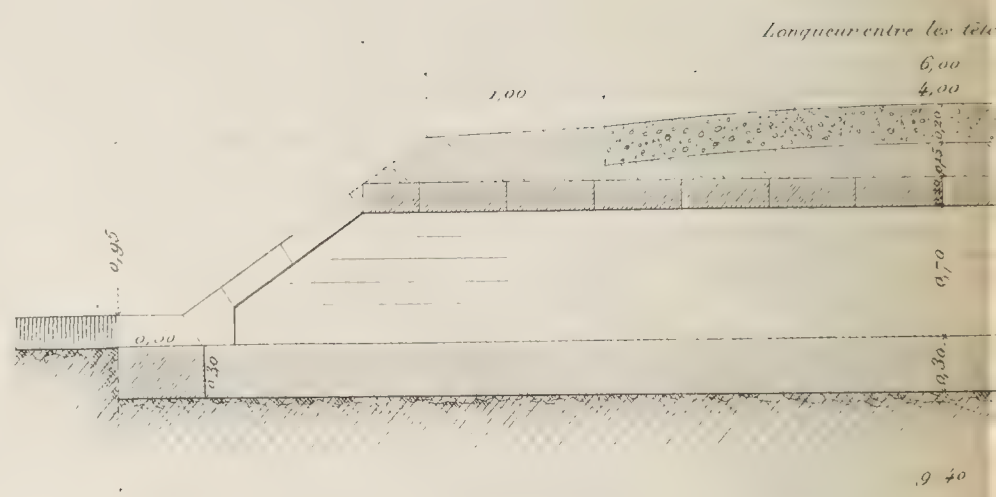
pour routes



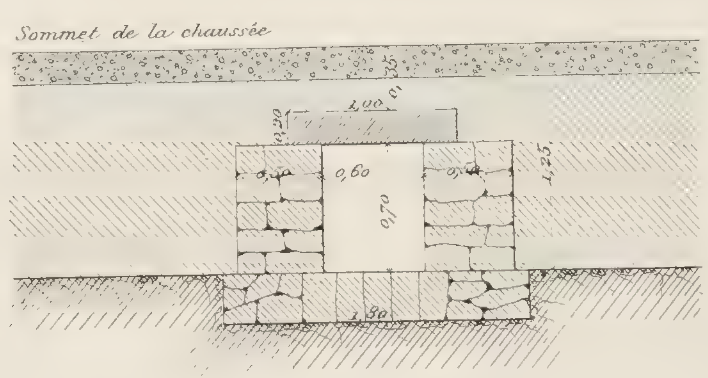
## Élévation




## Coupe longitu

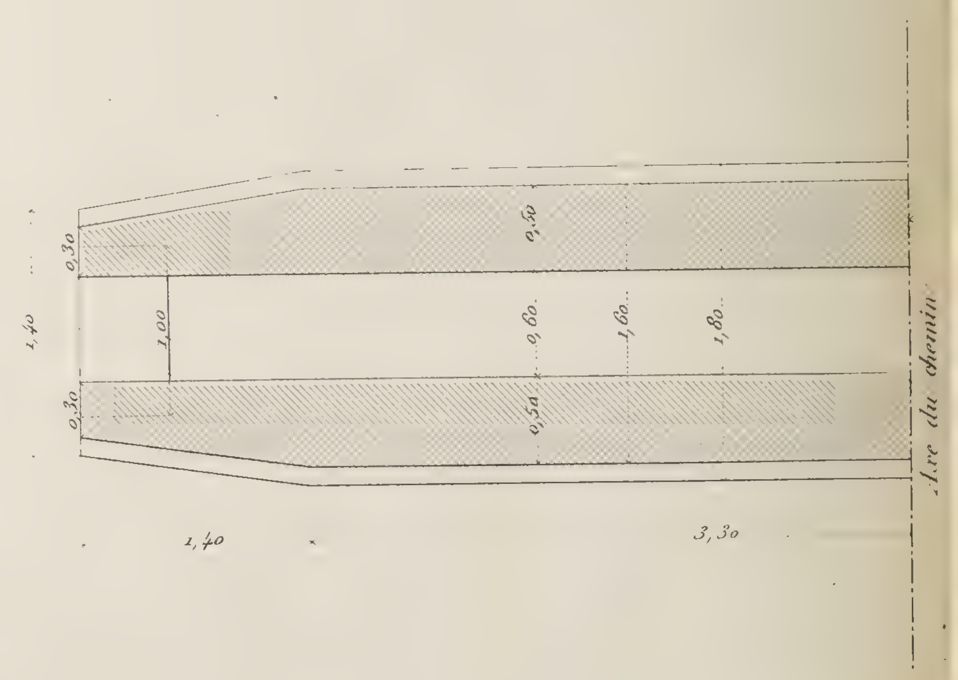



## Coupe transversale




## Plan

*Plan au niveau des dalles.*



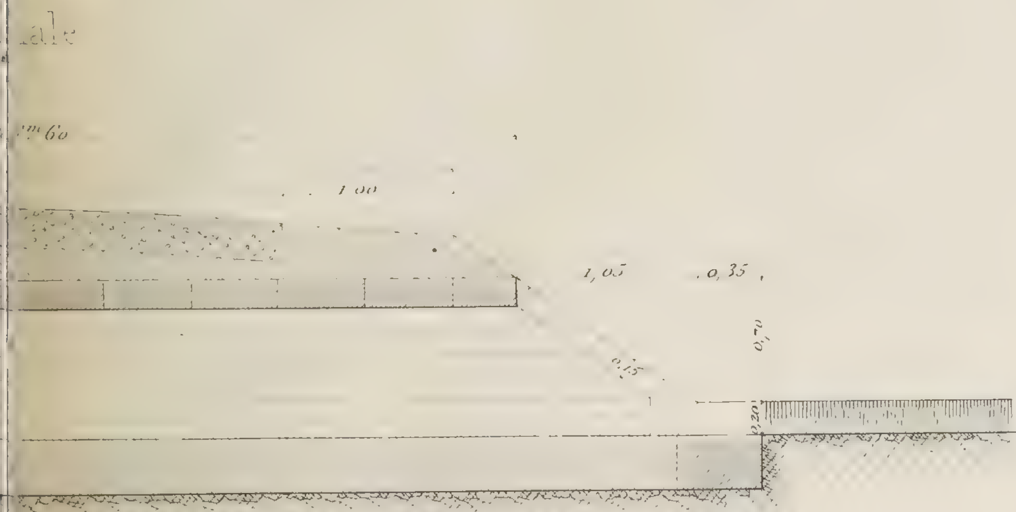

*Echelle de 0m 02 p*

*Imp. P. Méa r. St Victor, 70 Paris*

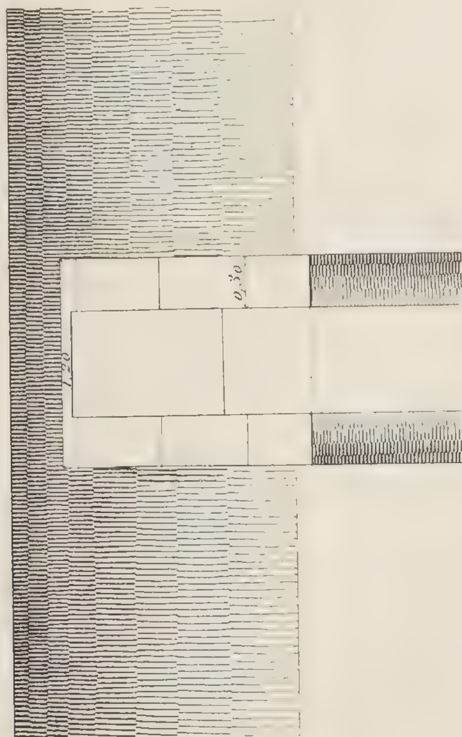
# ) D'OUVERTURE

chemins






Plan supérieur des ouvrages.




etre (1/50)

## DÉTAIL ESTIMATIF.

### 1°_Pour le Dalleau entier de 6m60 de longr.

| Nº du Métré | Désignation des Ouvrages | Quantités | Prix de l'unité | Dépenses |
|---|---|---|---|---|
| | § 1er _ Maçonneries | | | |
| 1 | *Déblais pour fondations* | 4,90 | | |
| 2 | *Maçonie de moëllon ordinaire* | 9,94 | | |
| 3 | *Maçonie de moëllon piqué* | 0,34 | | |
| 4 | *Rejointnt de moëllon piqué* | 3,15 | | |
| 5 | *Paremts vus de moëllon paremté* | 10,40 | | |
| 6 | *Dalles de recouvrement* | 1,70 | | |
| 7 | *Parements vus de dalles* | 5,22 | | |
| | Total | | | |

### 2°_ Pour 1m 00 linéaire

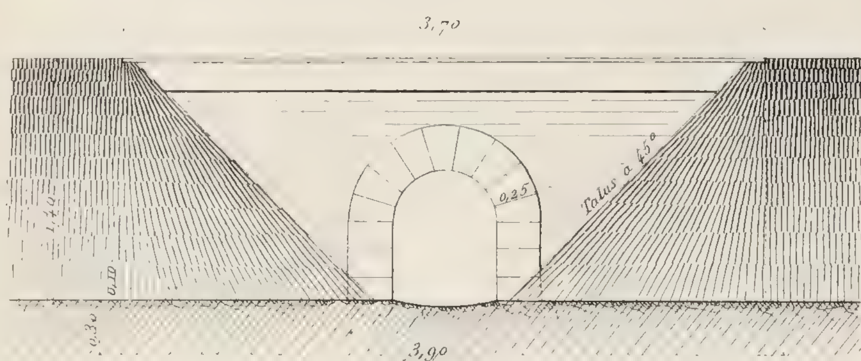
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | *Déblais pour fondations* | 0,54 | | |
| 2 | *Maçonie de moëllon ordinaire* | 1,24 | | |
| 5 | *Paremts vus de moëllon paremté* | 2, | | |
| 6 | *Dalles de recouvrement* | 0,20 | | |
| 7 | *Parements vus de dalles* | 0,60 | | |
| | Total | | | |

# PONCEAU DE 0m.6

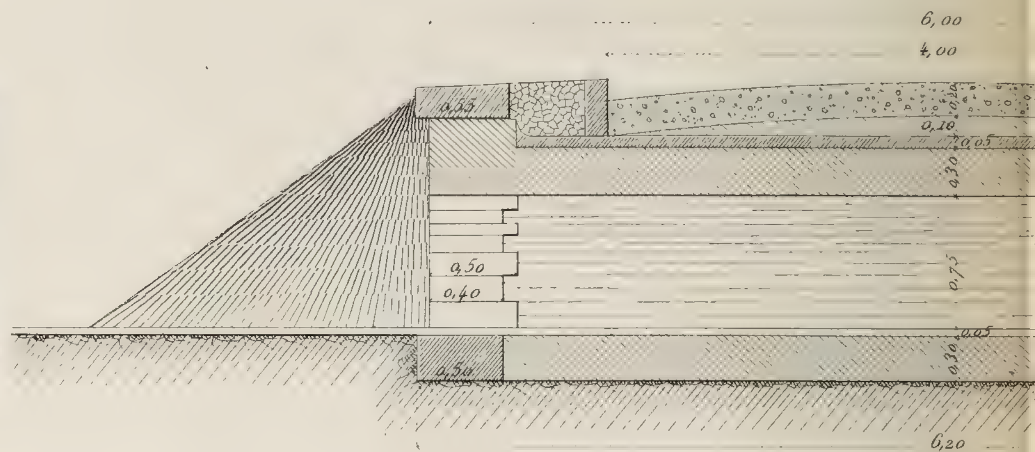
pour routes



## Elévation

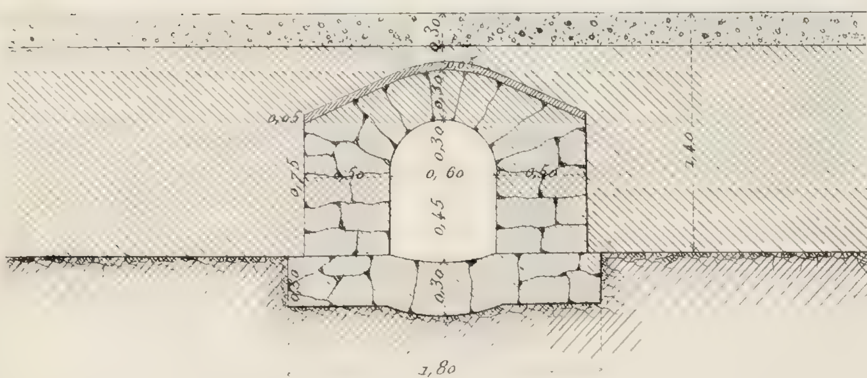



## Coupe longitud




## Coupe transversale

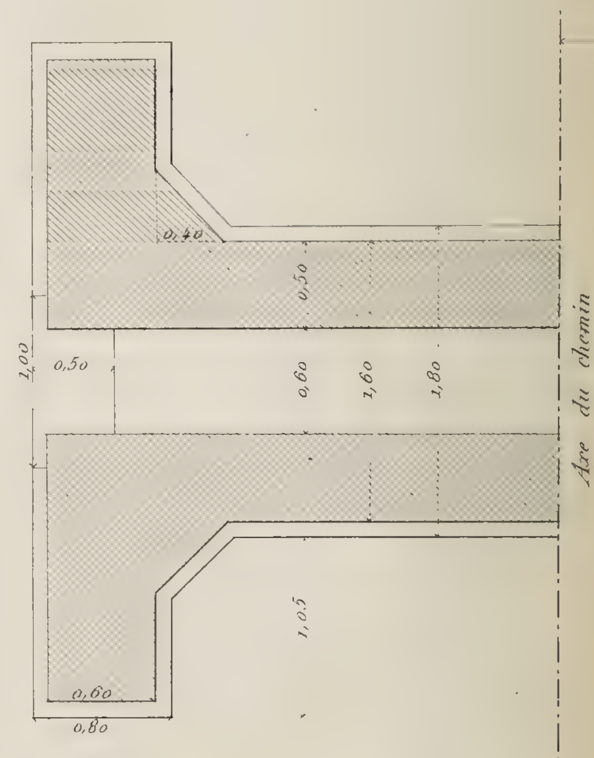
*suivant l'axe du chemin*



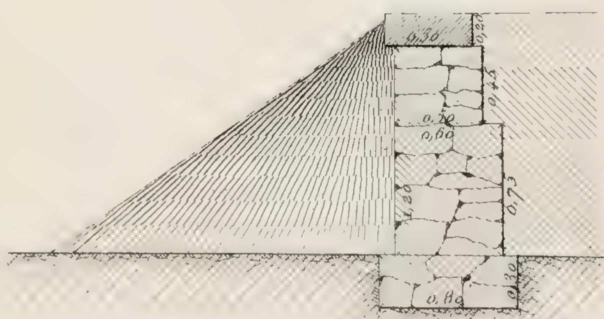

## Plans

*Plan au niveau des naissances.*

*P*

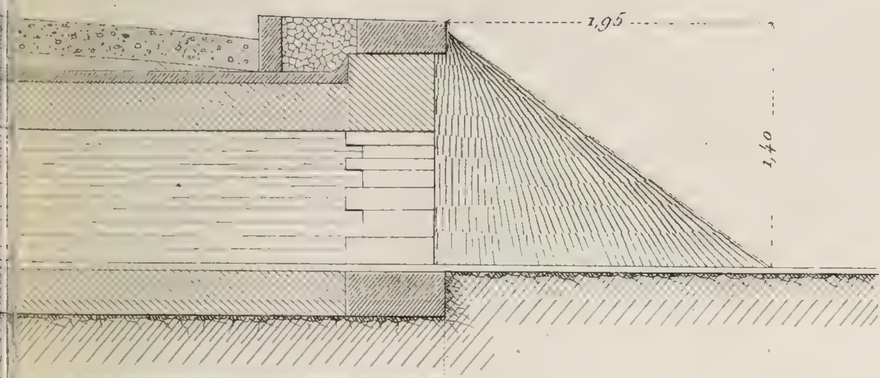



## Coupe d'un mur en retour

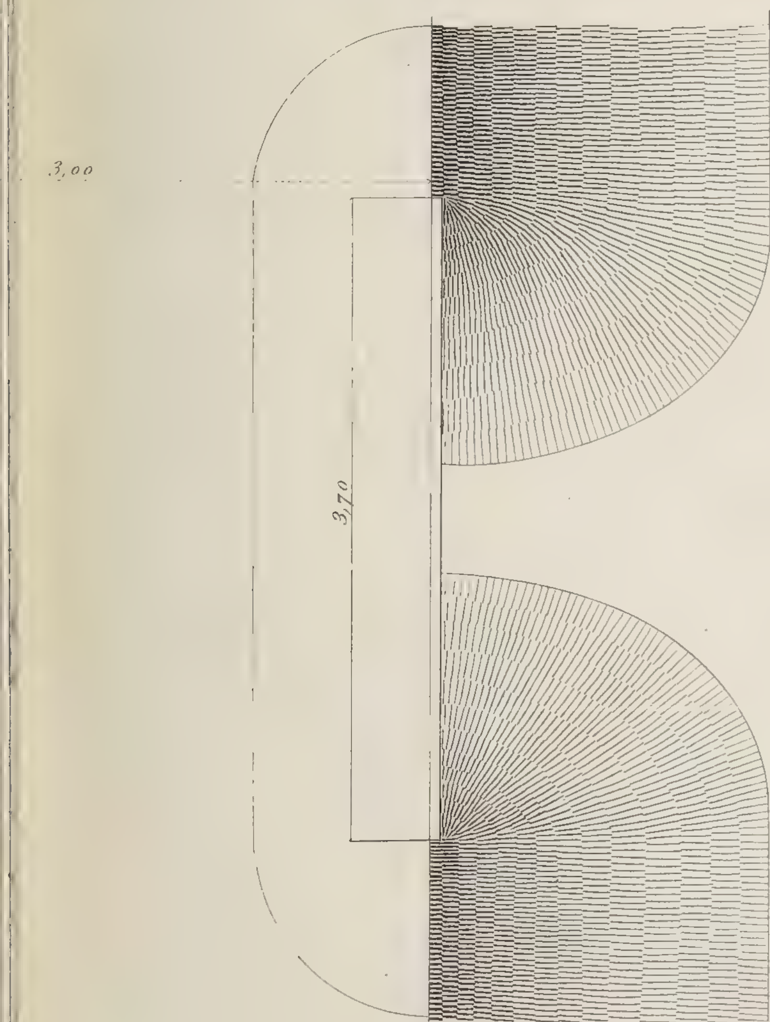



*Echelle de 0m 02 p m*

*Imp. P. Méa r. St Victor 70 Paris*




supérieur des ouvrages




# DÉTAIL ESTIMATIF

## 1°_Pour le Pont entier de 6m.00 de longr.

| N° du Métré | Désignation des Ouvrages | Quantités | Prix de l'unité | Dépenses partielles | Dépenses totales |
|---|---|---|---|---|---|
| | § 1er_Maçonneries | | | | |
| 1 | *Déblais pour fondations* | 4,46 | | | |
| 2 | *Maçonie de moëllon ordinaire* | 14,91 | | | |
| 3 | *Maçonie de moëllon piqué* | 1,54 | | | |
| 4 | *Rejointts de moëllon piqué* | 9,92 | | | |
| 5 | *Paremts vus de moëllon paremté* | 15,85 | | | |
| 6 | *Chape en mortier de 0m.05 d'épaisr.* | 9,10 | | | |
| | § 2_Ouvrages divers | | | | |
| 7 | *Perrés pour quarts de cône aux abords* | 30,00 | | | |
| 8 | *Gazonnage au dessus des perrés* | 35,00 | | | |
| | *Total* | | | | |

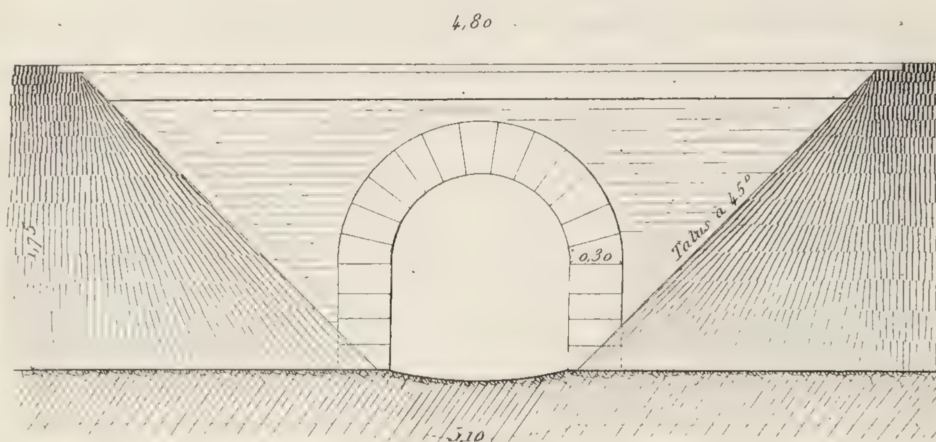
## 2°_ Pour 1m. 00 linéaire

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Déblais pour fondations* | 0,54 | | | |
| 2 | *Maçonie de moëllon ordinaire* | 1,77 | | | |
| 5 | *Paremts vus de moëllon paremté* | 2,44 | | | |
| 6 | *Chape en mortier de 0m.05 d'épaissr.* | 1,75 | | | |

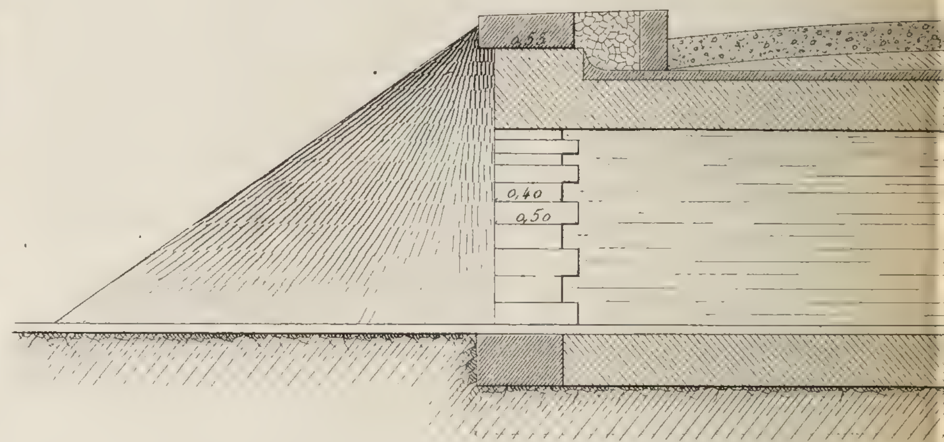
# PONCEAU DE 1.m

## pour route

### Élévation

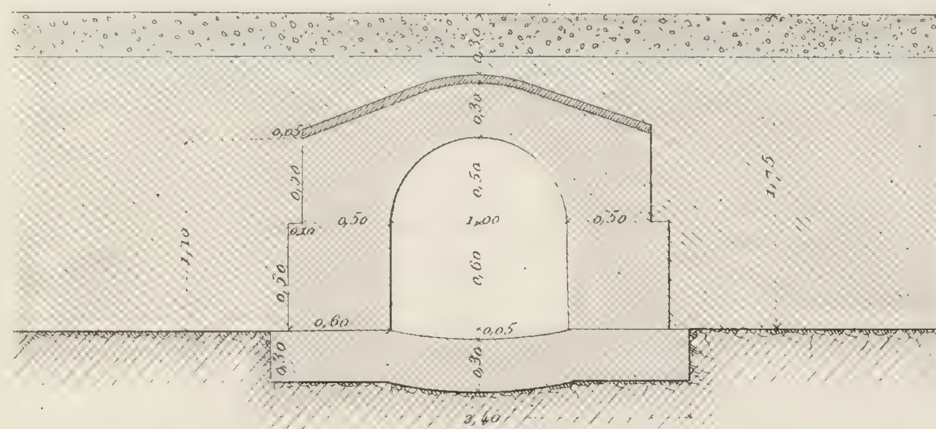



### Coupe

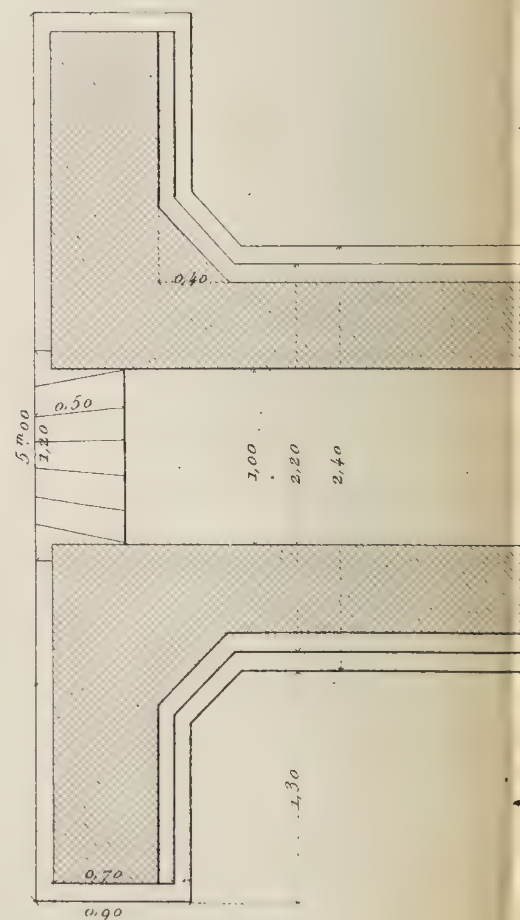



### Coupe transversale

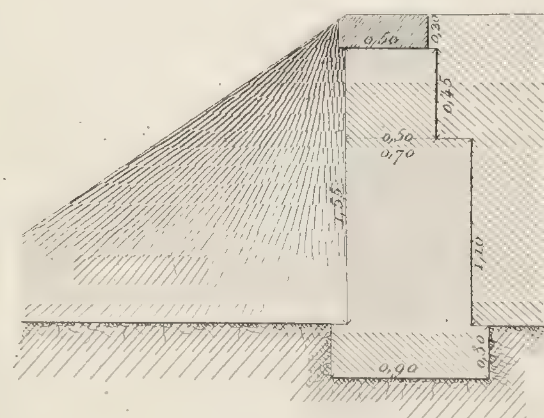
*suivant l'axe du chemin.*




### Plan au niveau des naissance




### Coupe d'un mur en retour.




*Echelle d*

Imp. P. Méa r. St Victor 70 Paris

0 D'OUVERTURE

et chemins



ngitudinale

6,00
4,00
2,63
Talus à 3/2 pour 1
1,75
0,50
6/20

lans

*Plan supérieur des ouvrages*

3,00
0,50
3,00
4m.80
*Axe du chemin*

02 p mètre (1/50)

# DÉTAIL ESTIMATIF

## 1° _ Pour le Pont entier de 6m.00 de longr.

| Nº du Métré | Désignation des Ouvrages | Quantités | Prix de l'unité | Dépenses partielles | Dépenses totales |
|---|---|---|---|---|---|
| | § 1er _ Maçonneries | | | | |
| 1 | *Déblais pour fondations* | 5,96 | | | |
| 2 | *Maçonie de moëllon ordinaire* | 22,08 | | | |
| 3 | *Maçonie de moëllon piqué* | 2,18 | | | |
| 4 | *Rejointoiemt de moëllon piqué* | 13,55 | | | |
| 5 | *Paremts vus de moëllon paremté* | 25,47 | | | |
| 6 | *Chape en mortier de 0m.05 d'épaissr* | 10,92 | | | |
| | § 2 _ Ouvrages divers | | | | |
| 7 | *Perrés pour quarts de cône aux abords* | 40,00 | | | |
| 8 | *Gazonnage au dessus des perrés* | 60,00 | | | |
| | *Total* | | | | |

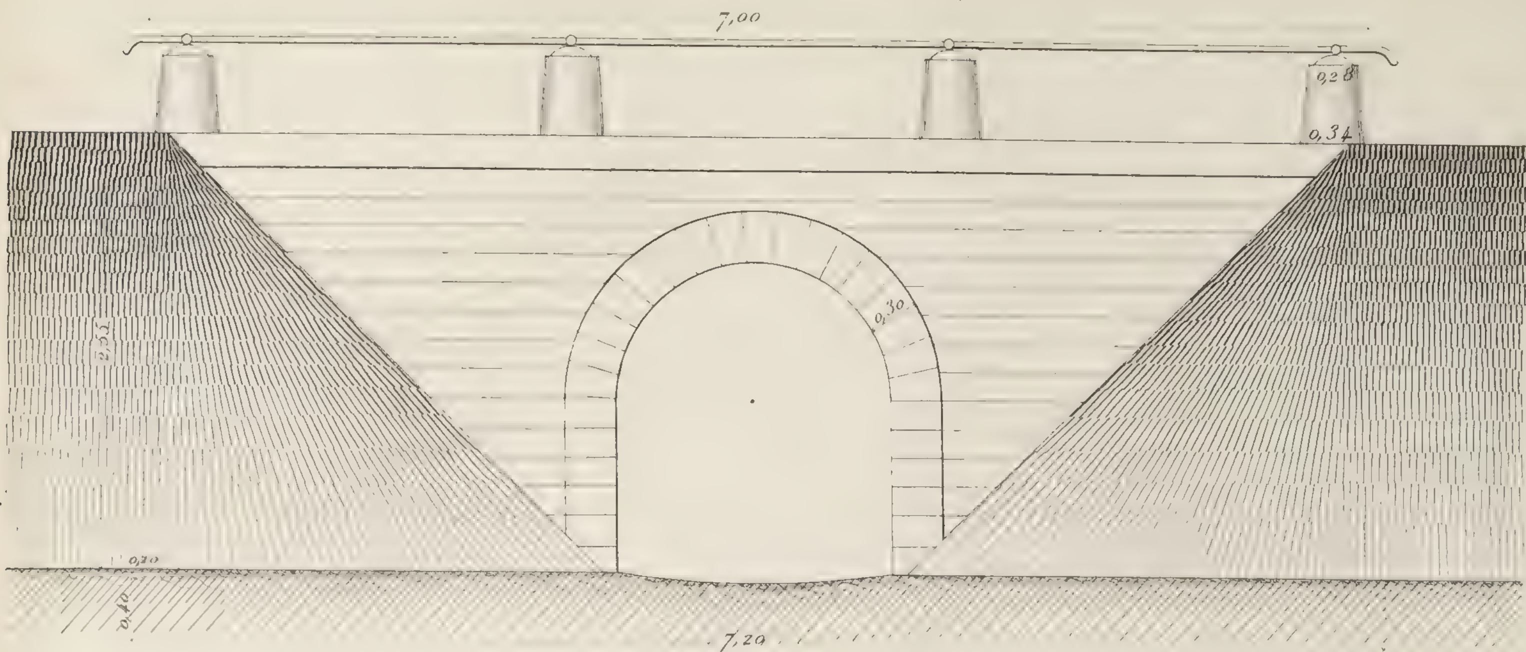
## 2° _ Pour 1m.00 linéaire

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Déblais pour fondations* | 0,72 | | | |
| 2 | *Maçonie de moëllon ordinaire* | 2,41 | | | |
| 5 | *Paremts vus de moëllon paremté* | 3,77 | | | |
| 6 | *Chape en mortier de 0m.05 d'épaissr* | 2,10 | | | |

PONCEAU DE 1

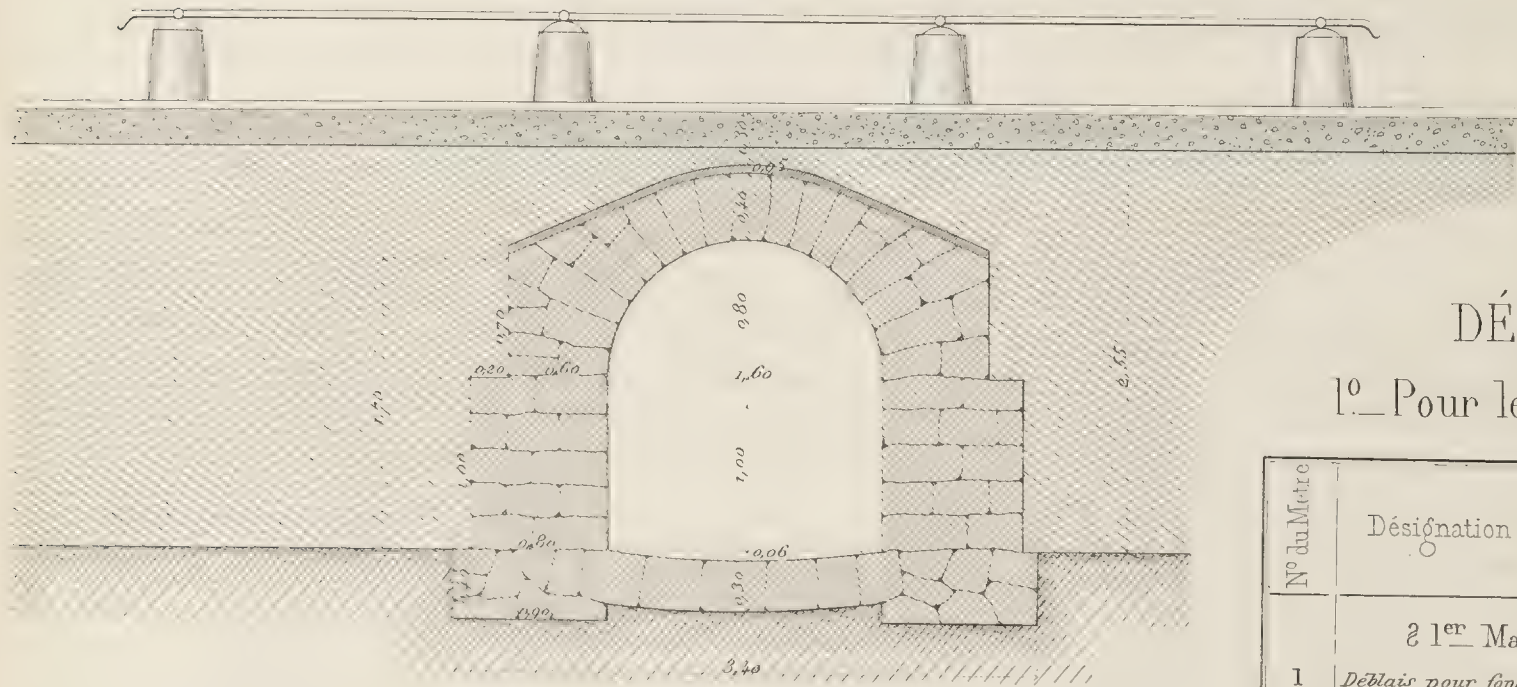
pour rou

## Élévation.

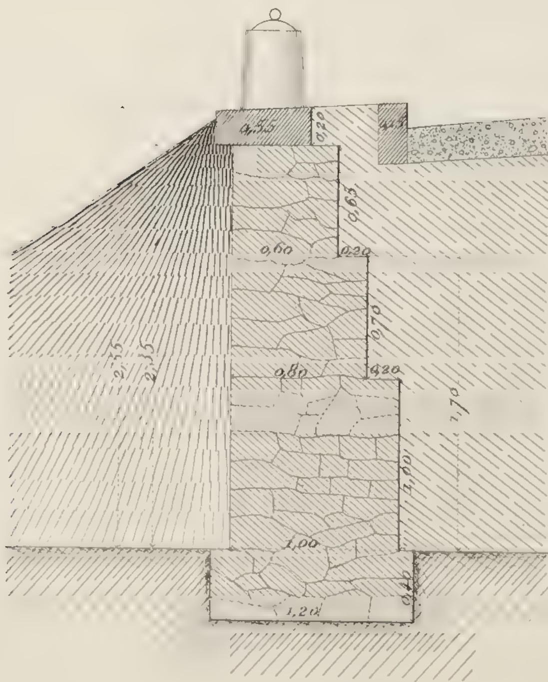



Talus de 1 ½ pour

## Coupe transversale
*suivant l'axe du chemin*




## Coupe d'un mur en retour.




# DÉTAIL ESTIMATIF

## 1°_Pour le Pont entier de 6m.00 d

| N° du Mètre | Désignation des Ouvrages | Quantités | Prix de l'unité | parti |
|---|---|---|---|---|
| | § 1er_ Maçonneries | | | |
| 1 | *Déblais pour fondations* | *11mc.11* | | |
| 2 | *Maçonnerie de moëllon ordinaire* | *46,24* | | |
| 3 | *Maçonnerie de moëllon piqué* | *3,42* | | |
| 4 | *Rejointoiement de moëllon piqué* | *20ms.26* | | |
| 5 | *Parem.ts vus de moëllon parementé* | *44,97* | | |
| 6 | *Chape en mortier de 0m.05 d'épaiss.r* | *15,00* | | |
| | § 2_Ouvrages divers | | | |
| 7 | *Bornes en pierre de taille* | *8* | | |
| 8 | *Fers pour main courante* | *58k.00* | | |
| 9 | *Perrés pour quarts de cône aux abords* | *40ms.00* | | |
| 10 | *Gazonnages au dessus des perrés* | *50,00* | | |

*Total* ________

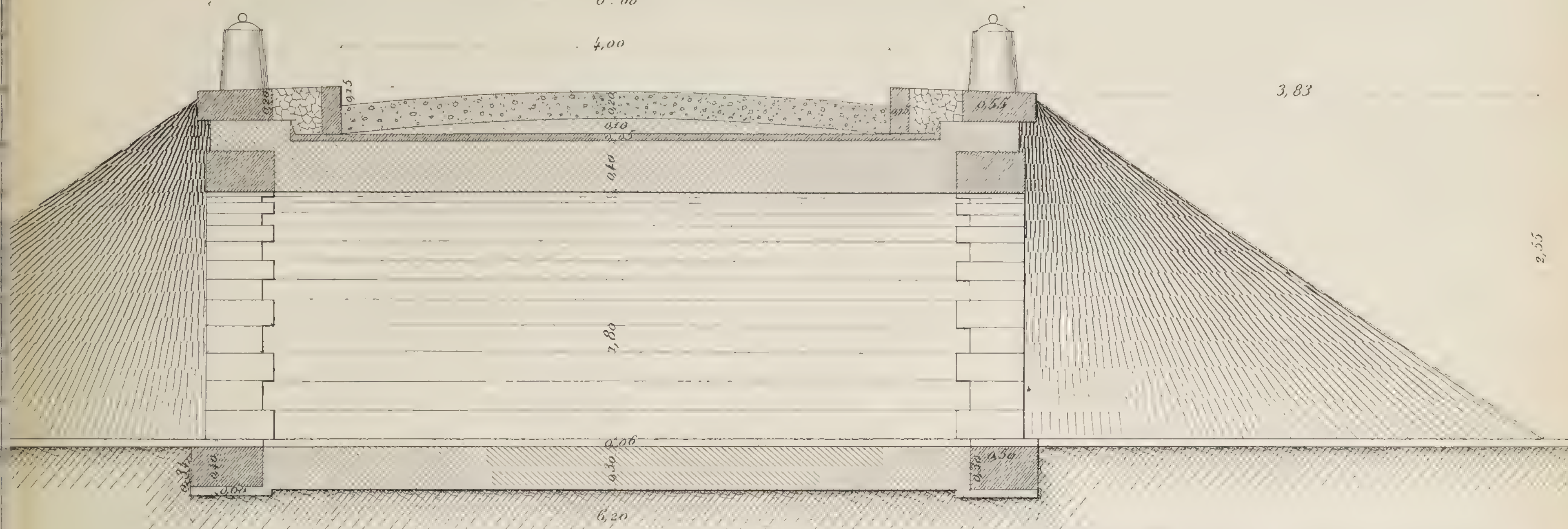
## 2°_ Pour 1m.00 linéaire

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | *Déblais pour fondations* | *1mc.25* | | |
| 2 | *Maçonnerie de moëllon ordinaire* | *4,52* | | |
| 5 | *Parem.ts vus de moëllon piqué* | *6,11* | | |
| 6 | *Chape en mortier de 0m.05 d'épaiss.r* | *3,00* | | |

*Echelle de 0m.02 p. mètre* 1/50

*Imp. P. Méa r. St. Victor 70, Paris.*

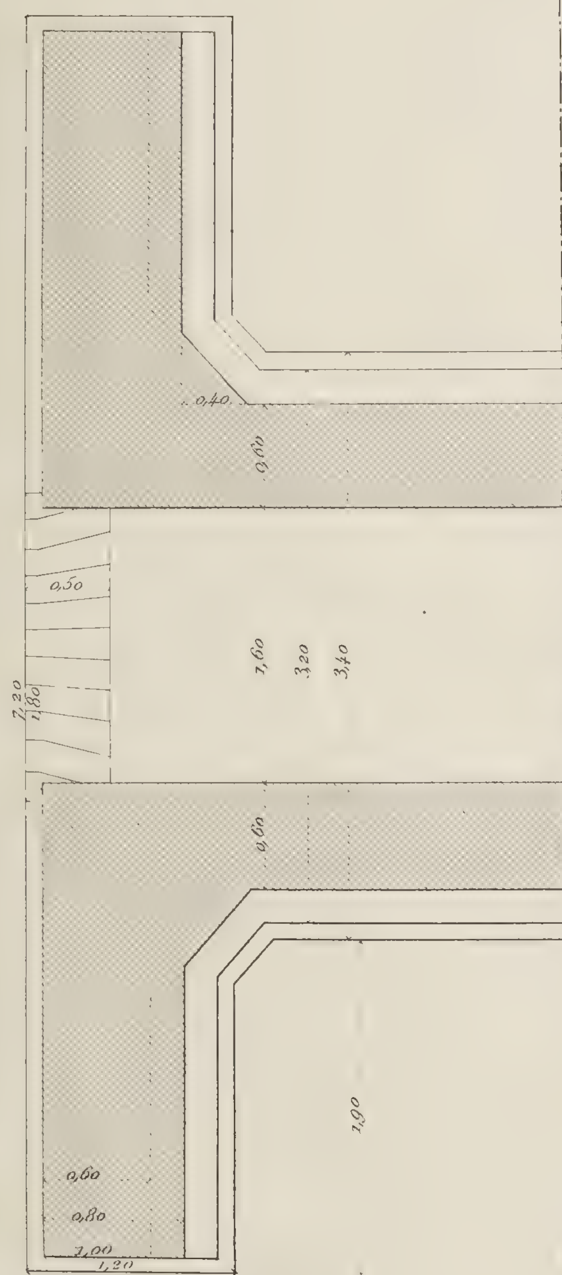
Coupe longitudinale

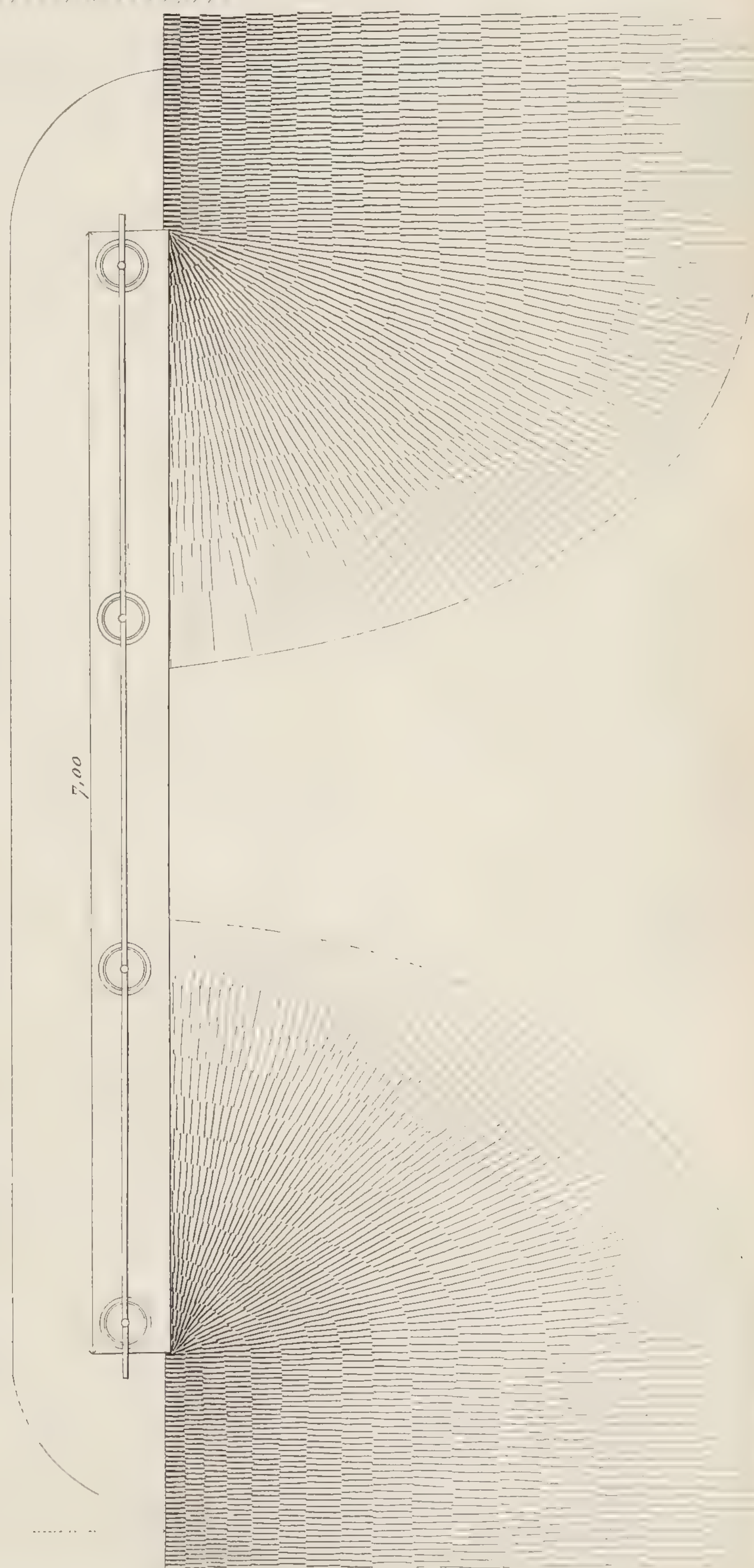



Plans

Plan au niveau des naissances.

Plan supérieur des ouvrages



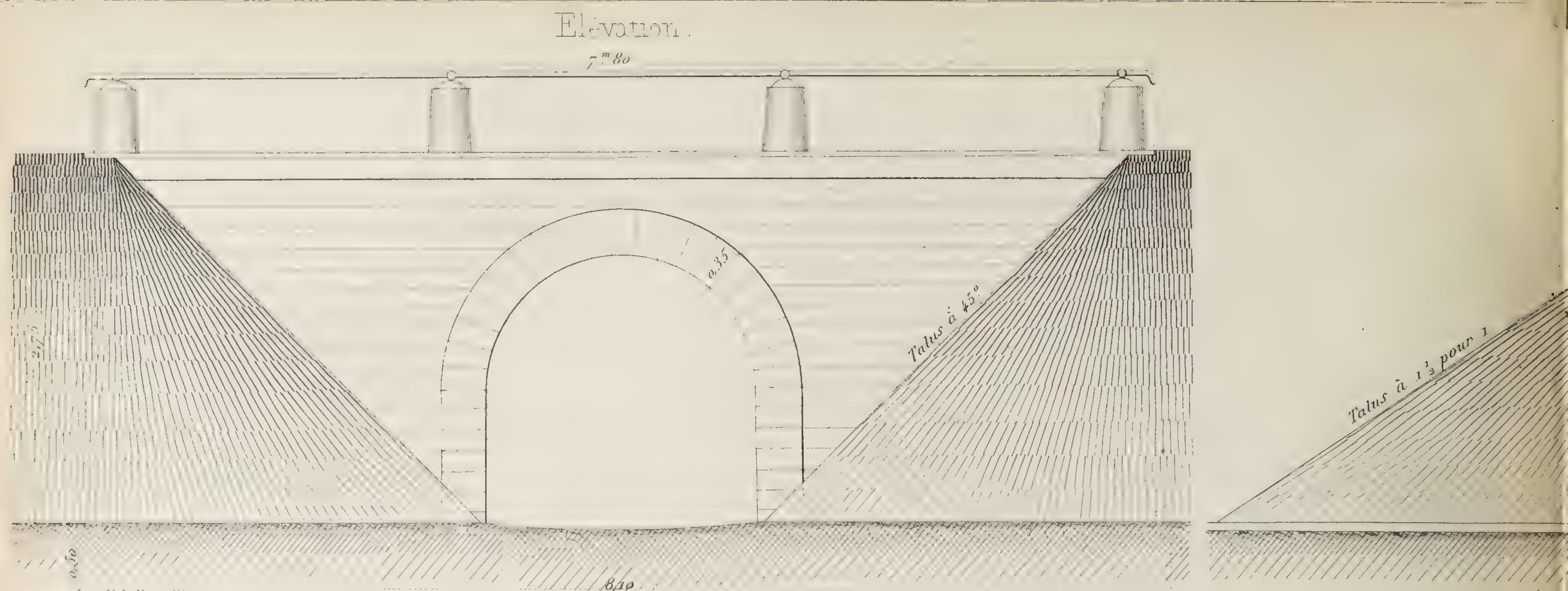

long.r

| penses | |
|---|---|
| s | totales |
| | |

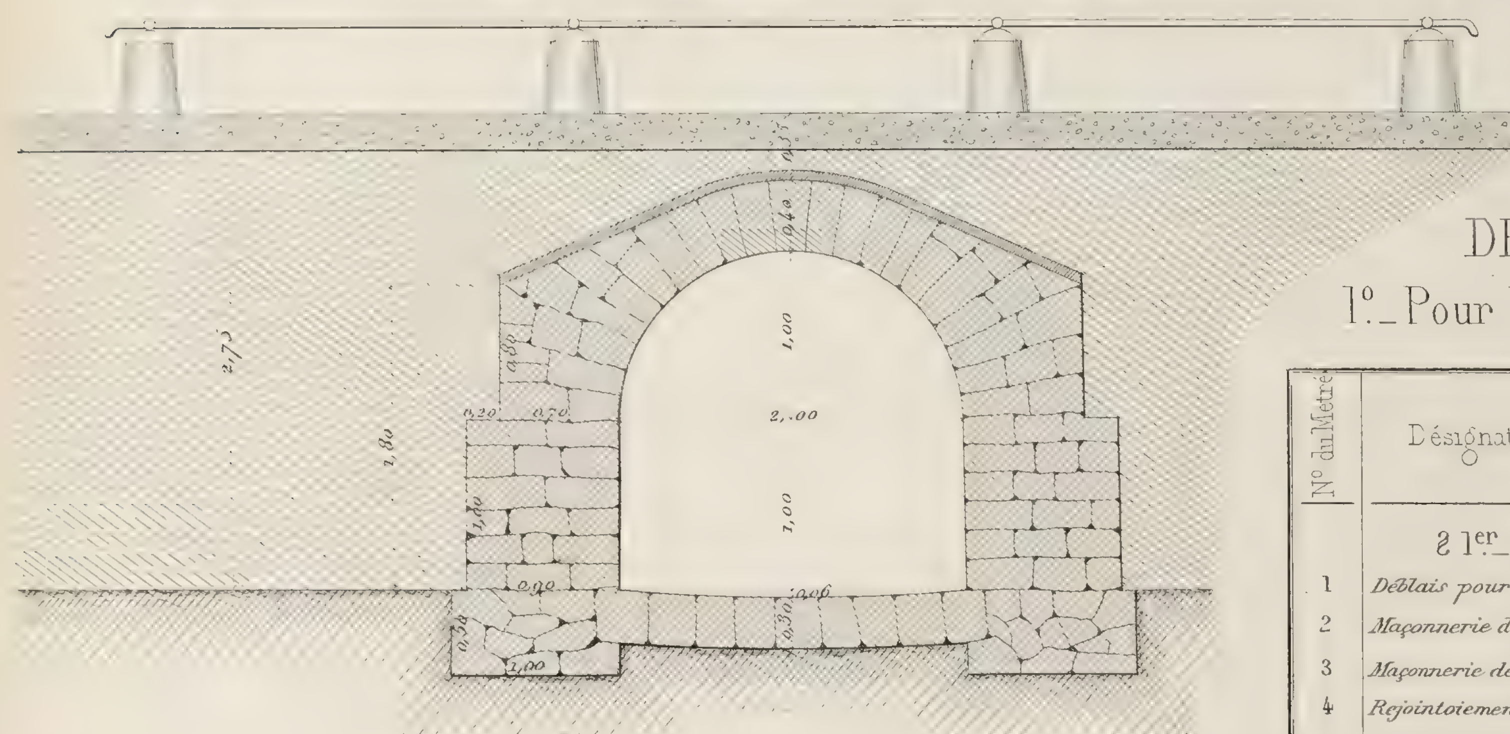
# PONCEAU DE

pour ro

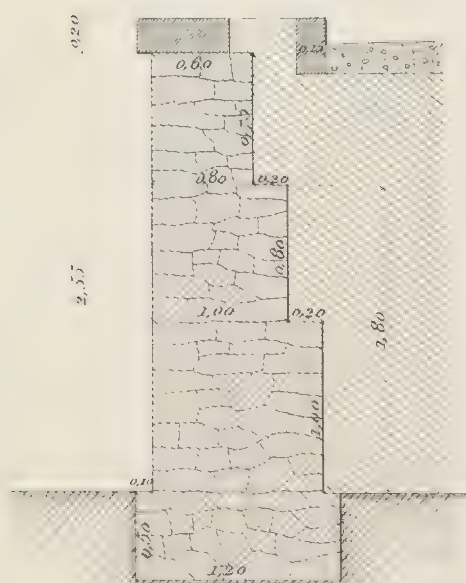
Élévation.



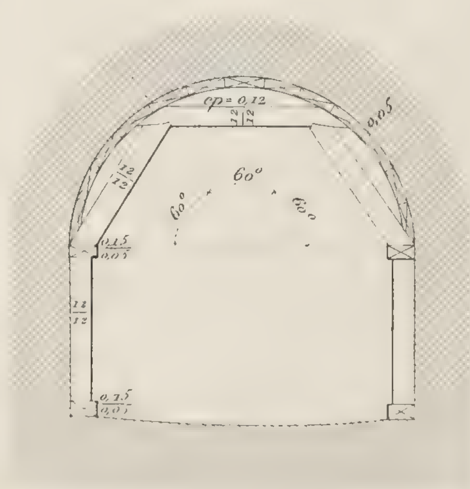

Coupe transversale
*suivant l'axe du chemin*




Coupe d'un mur en retour.




Détail des Cintres.




## DÉTAIL ESTIMATIF

### 1°_Pour le Pont entier de 6m.00 de

| Nº du Métré | Désignation des Ouvrages | Quantités | Prix de l'unité | partie |
|---|---|---|---|---|
| | § 1er_ Maçonneries | | | |
| 1 | *Déblais pour fondations* | 15mc78 | | |
| 2 | *Maçonnerie de moëllon ordinaire* | 58,15 | | |
| 3 | *Maçonnerie de moëllon piqué* | 4,01 | | |
| 4 | *Rejointoiement de moëllon piqué* | 23mc83 | | |
| 5 | *Paremts vus de moëllon parementé* | 52,77 | | |
| 6 | *Chape en mortier de 0m.05 d'épaissr.* | 19,00 | | |
| | § 2_Cintres | | | |
| 7 | *Bois équarri* | 1mc07 | | |
| | § 3_Ouvrages divers | | | |
| 8 | *Bornes en pierre de taille* | 8 | | |
| 9 | *Fers pour main courante* | 62k.40 | | |
| 10 | *Perrés pour quarts de cône aux abords* | 30mc00 | | |
| 11 | *Gazonnages au dessus des perrés* | 50,00 | | |
| | *Total* | | | |

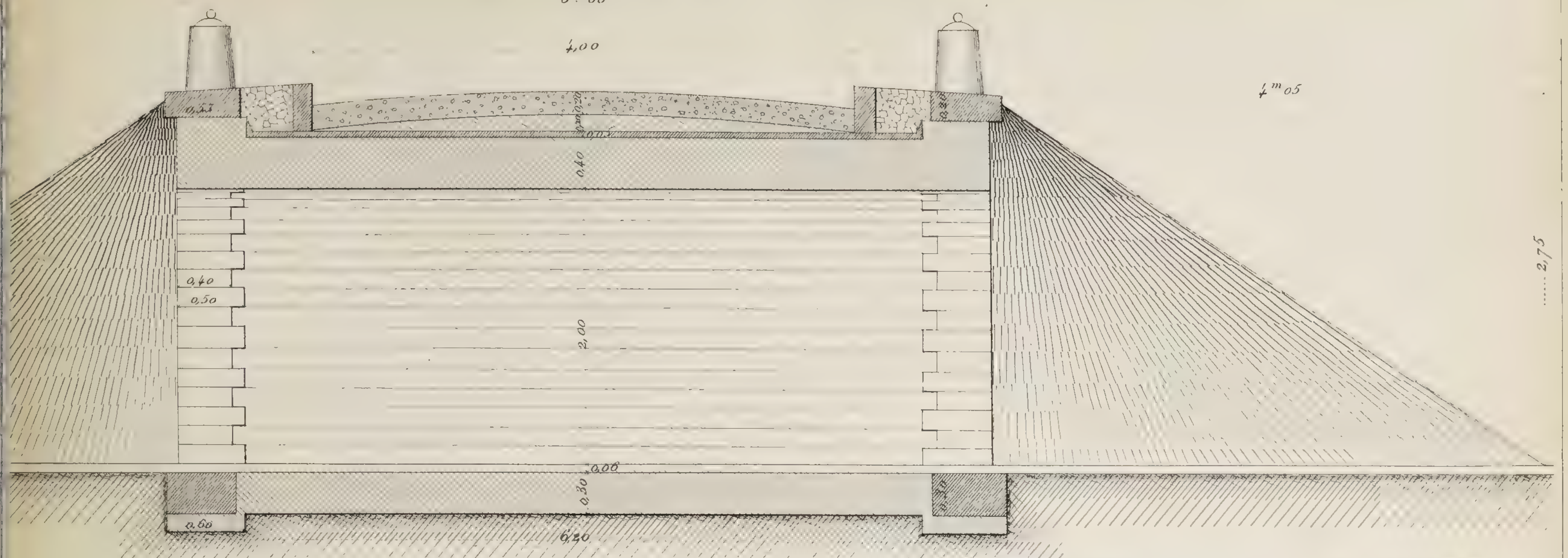
### 2° _ Pour 1m. 00 linéaire

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | *Déblais pour fondations* | 1mc66 | |
| 2 | *Maçonnerie de moëllon ordinaire* | 5,71 | |
| 5 | *Paremts vus de moëllon parementé* | 7mc14 | |
| 6 | *Chape en mortier de 0m.05 d'épaissr.* | 3,65 | |
| 7 | *Bois équarri* | 0mc14 | |

*Échelle de 0m.02 p.mètre (1/50)*

*Imp. P. Méa r. St. Victor 70 Paris*

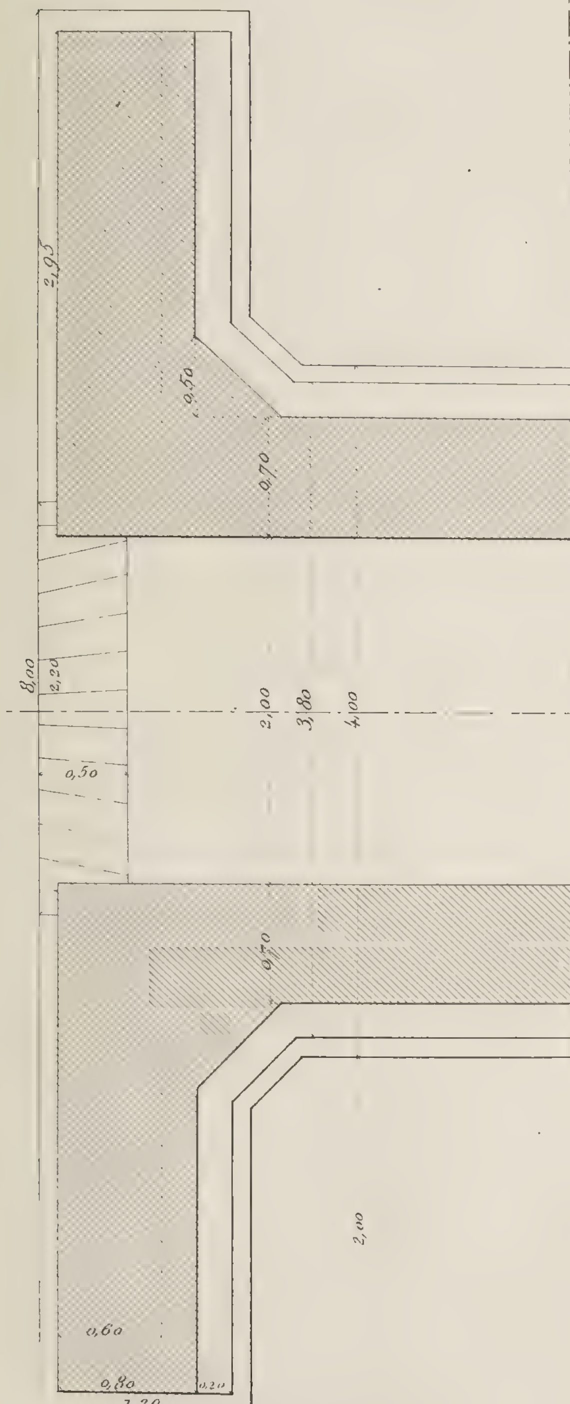
Coupe longitudinale




Plans.

*Plan au niveau des naissances*

*Plan supérieur des ouvrages*




*Axe du chemin*



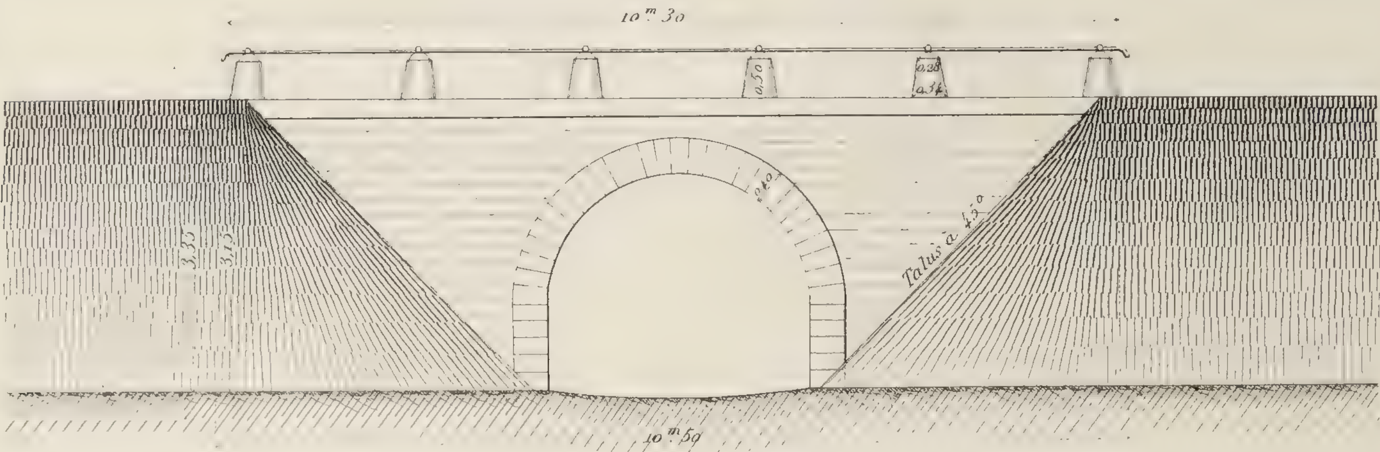

ng.r

| |
|---|
| ...enses |
| ... totales |

# PONCEAU DE 3.m

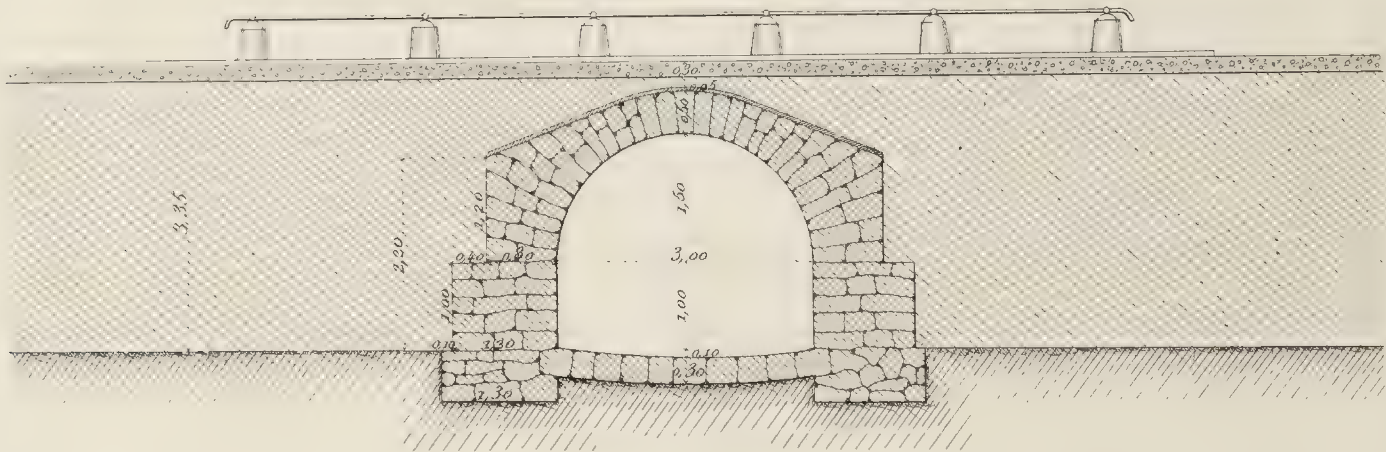
pour routes

## Élévation

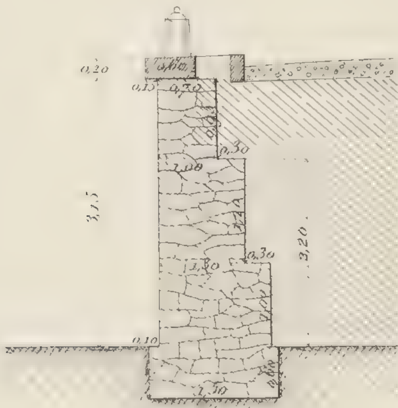



## Coupe transversale

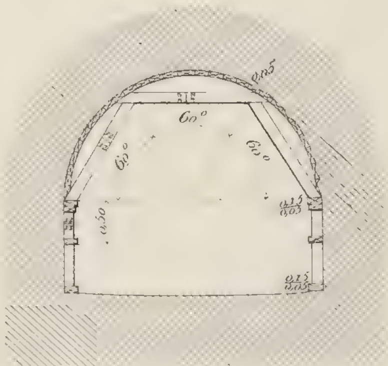
*suivant l'axe du chemin*




## Coupe du mur en retour.




## Détail des Cintres.




## DÉTA

### 1.°_Pour le Po

| N.° du Métré | Désignation de |
|---|---|
| | § 1.er_Maçonn |
| 1 | *Déblais pour fondati* |
| 2 | *Maçonnerie de moëll* |
| 3 | *Maçonnerie de moël* |
| 4 | *Rejointoiement de m* |
| 5 | *Parem.ts vus de moël* |
| 6 | *Chape en mortier de* |
| | § 2 _Cintr |
| 7 | *Bois équarri* |
| | § 3._Ouvrag |
| 8 | *Bornes en pierre de* |
| 9 | *Fers pour main co* |
| 10 | *Perrés pour quarts de* |
| 11 | *Gazonnages au dess* |
| | *Total* |

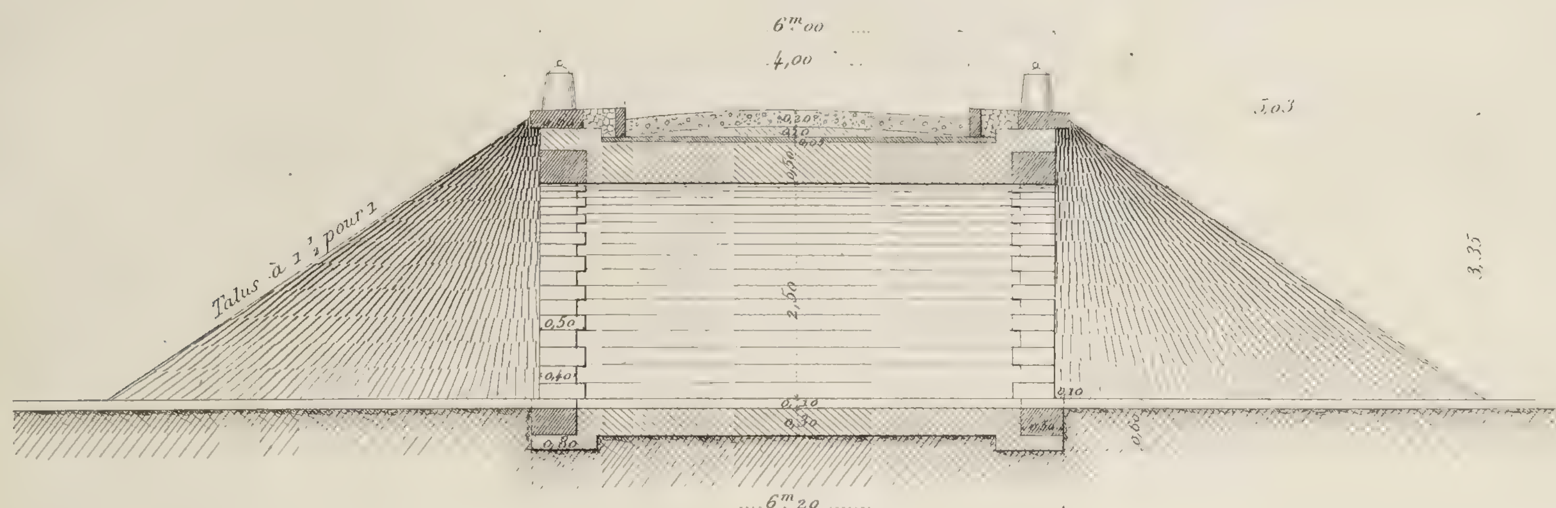
### 2.°_

| | |
|---|---|
| 1 | *Déblais pour fonda* |
| 2 | *Maçonnerie de mo* |
| 5 | *Parements vus mo* |
| 6 | *Chape en mortier d* |
| 7 | *Bois équarri* |

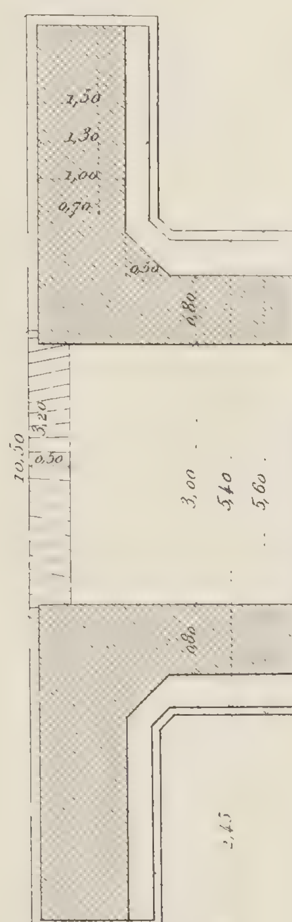
*Echelle de 0.m*

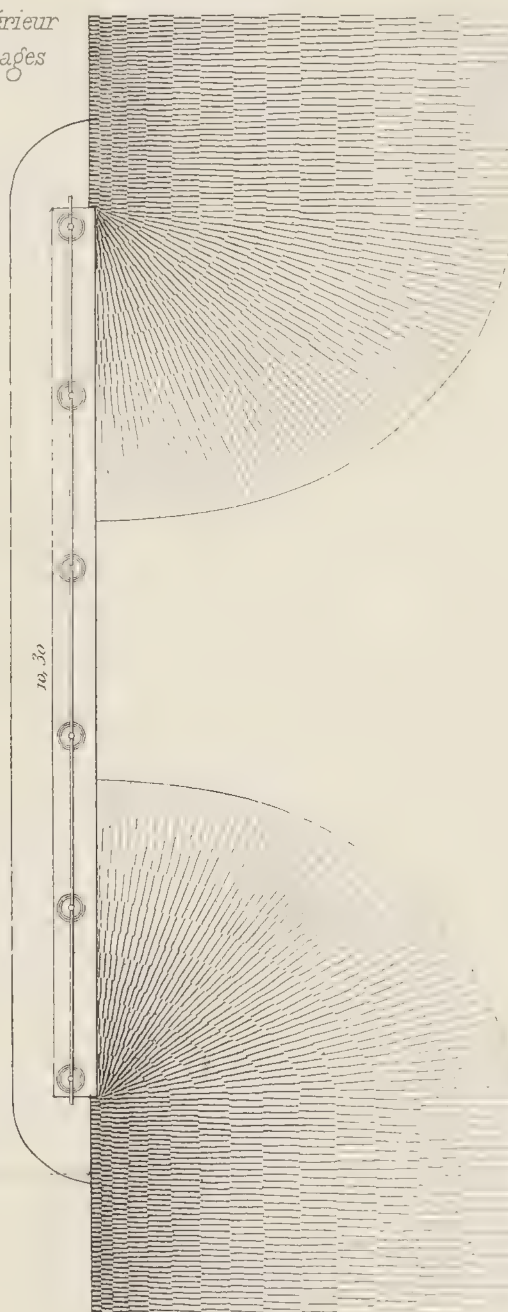
*Imp. P. Méa. r. S.t Victor 70 Paris*

## Coupe longitudinale




## Plans




## L ESTIMATIF

### entier de 6m 00 de longr

| uvrages | Quantités | Prix de l'unité | Dépenses partielles | Dépenses totales |
|---|---|---|---|---|
| ies | | | | |
| r | 26,50 | | | |
| ordinaire | 100,07 | | | |
| piqué | 5,57 | | | |
| on piqué | 32,50 | | | |
| parementé | 75,92 | | | |
| d'épaissr | 26,10 | | | |
| | 2,13 | | | |
| divers | | | | |
| elle | 12 | | | |
| te | 88,40 | | | |
| aux abords | 40,00 | | | |
| s perrés | 70,00 | | | |

### ur 1m 00 linéaire

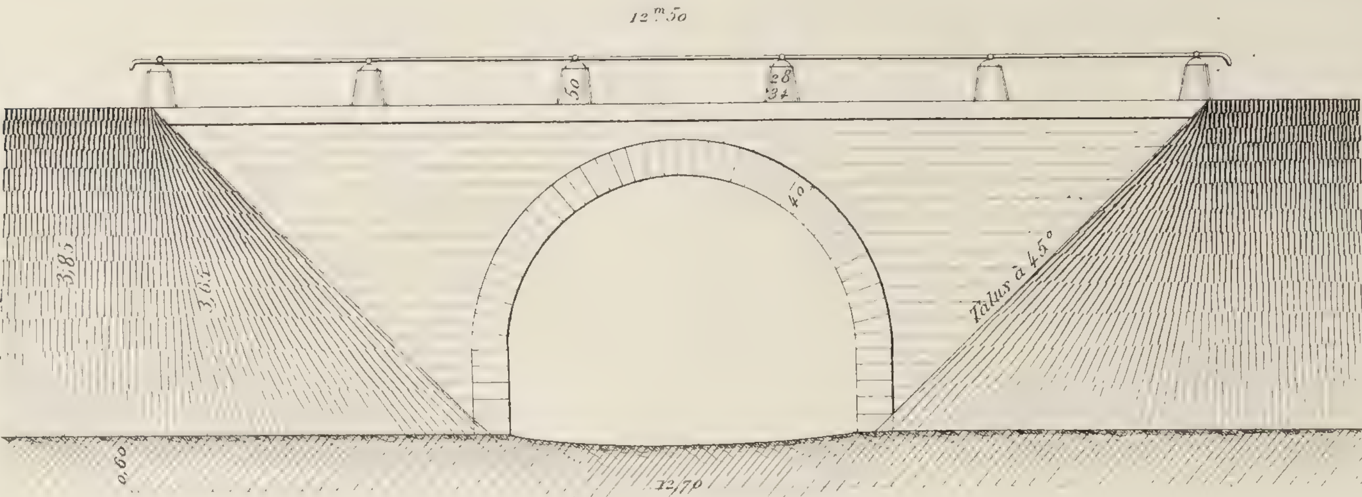
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| s | 2,61 | | | |
| ordinaire | 8,92 | | | |
| parementé | 9,71 | | | |
| 05 d'épaissr | 5, | | | |
| | 0,40 | | | |

p. mètr.

# PONCEAU DE 4$^{m}$.

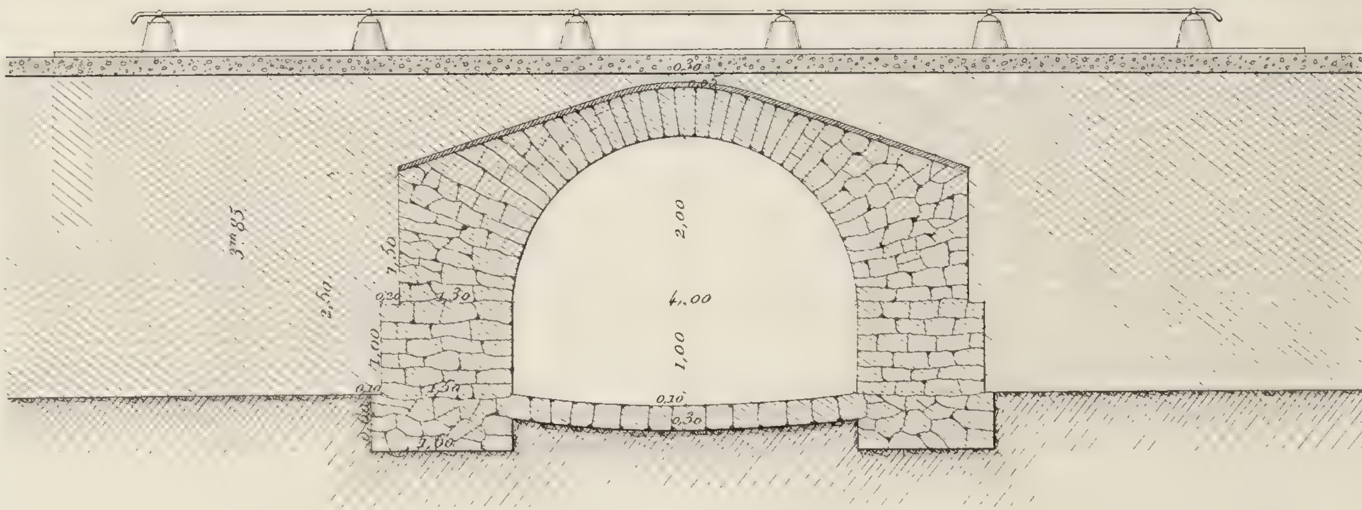
pour routes

## Élévation.

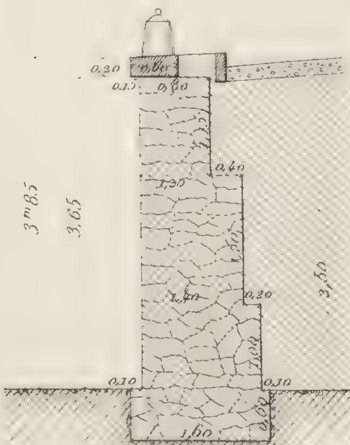



## Coupe transversale

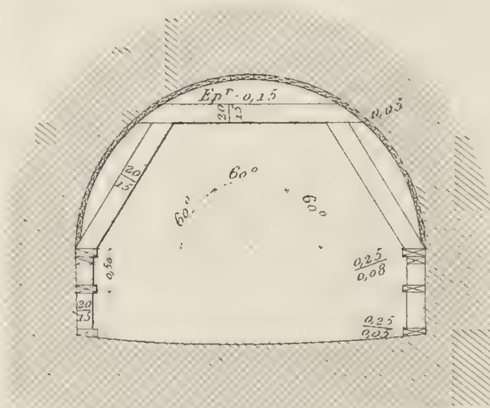
*suivant l'axe du chemin*




## Coupe d'un mur en retour.




## Détail des Cintres




DÉ

1°_ Pour le

| Nº du Métré | Désignation |
|---|---|
| | § 1er_ Maço |
| 1 | *Déblais pour fon* |
| 2 | *Maçonnerie de m* |
| 3 | *Maçonnerie de m* |
| 4 | *Rejointoiement* |
| 5 | *Parem.ts vus de m* |
| 6 | *Chape en mortier* |
| | § 2 _ Ci |
| 7 | *Bois équarri* |
| | § 3 _ Ou |
| 8 | *Bornes en pierre* |
| 9 | *Fers pour main* |
| 10 | *Perrés pour quar* |
| 11 | *Gazonnages au* |
| | *Total* |

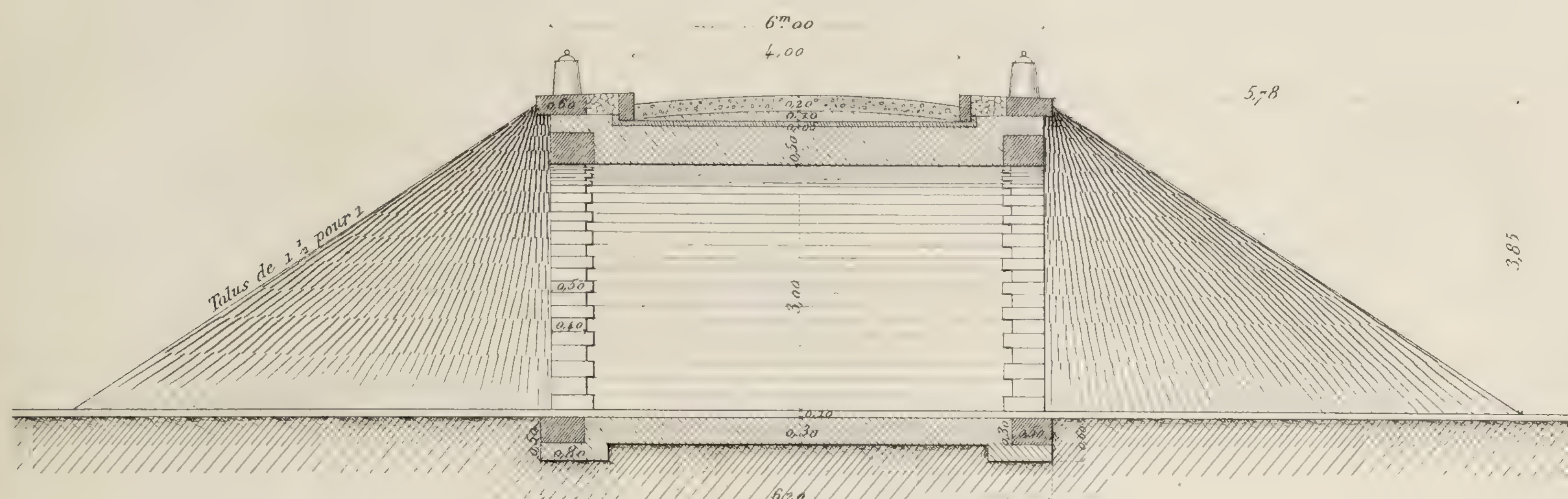
2

| | |
|---|---|
| 1 | *Déblais pour fon* |
| 2 | *Maçonnerie de* |
| 5 | *Parements vus* |
| 6 | *Chape en mortier* |
| 7 | *Bois équarri* |

*Echelle d*

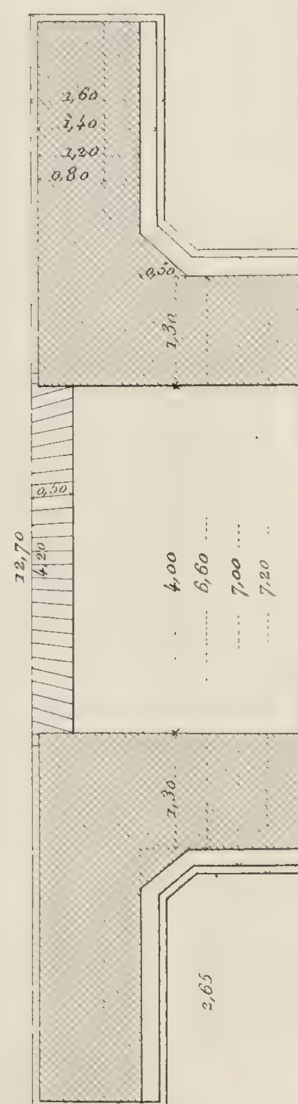
*Imp. P. Méa r. St Victor 70 Paris*

## Coupe longitudinale




## Plans

*Plan au niveau des naissances* | *Plan supérieur des ouvrages.*







## AIL ESTIMATIF

### 'ont entier de 6m.00 de longr.

| Ouvrages | Quantités | Prix de l'unité | Dépenses partielles | Dépenses totales |
|---|---|---|---|---|
| ries | | | | |
| ns | 32,66 | | | |
| n ordinaire | 143,08 | | | |
| n piqué | 6,97 | | | |
| ellon piqué | 40,06 | | | |
| n parementé | 98,93 | | | |
| m05 d'épaissr | 35,36 | | | |
| s | | | | |
| | 4,10 m.c. | | | |
| es divers | | | | |
| 'aille | 12, | | | |
| nte | 100k | | | |
| one aux abords | 50 m.s | | | |
| des perrés | 90 | | | |

### Pour 1m.00 linéaire

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ons | 3,32 | | | |
| n ordinaire | 13,50 | | | |
| n parementé | 12,28 | | | |
| m05 d'épaissr | 6,80 | | | |
| | 0,68 | | | |

m 01 p. mètre.



# Cours
## de
# Fortification

professé par M. Laurent,
Capitaine du Génie,
aux Elèves des Ecoles
des Ponts et Chaussées et des Mines.

---

Session 1878-1879.

Imp. P. Méa, r. des F.és St Bernard. 14.

# École des Ponts et Chaussées et des Mines.

## Notes sur le Cours de Fortification.

### 1ère Leçon.

Les conférences de fortification faites à cette École ont un double but à atteindre.

En premier lieu, elles servent de complément indispensable aujourd'hui à l'instruction étendue que vous avez puisée à l'École Polytechnique ou dans les Écoles spéciales où vous terminez vos études.
Dans ce temps de service militaire universel, au moment où notre organisation réalise presque complètement cet idéal si longtemps poursuivi de la nation armée, il est indispensable que tous ceux que leur intelligence, leur instruction générale distingue parmi leurs compatriotes soient à même de tenir dignement leur place dans le concours des efforts de tout le pays. Le développement des connaissances militaires est donc aujourd'hui une nécessité d'ordre supérieur, et dans les branches si diverses que comprennent ces connaissances, il était naturel de choisir celles auxquelles vous prédisposent déjà vos études d'Ingénieur.

Mais en dehors de ce premier objectif, il en est un autre beaucoup plus précis, plus positif et même, si je puis parler ainsi, en me plaçant au point de vue de l'armée, moins désintéressé.

Tous vous faites déjà partie de l'armée les uns dans l'Artillerie, les autres dans le Génie. Au jour toujours imminent d'une mobilisation, votre place est marquée dans nos rangs, d'abord comme officiers de réserve dans l'armée active où vous venez compléter l'insuffisance numérique de nos cadres.

Puis en passant dans l'armée territoriale les Ingénieurs des Ponts et Chaussées ont à prendre le commandement des Compagnies territoriales du Génie et à participer avec ces troupes soit à la défense des places, soit aux travaux de campagne de certains Corps territoriaux qui viendront soutenir l'armée active dès que les opérations seront engagées. Dans ces Compagnies, vous aurez comme officiers, d'abord un Lieutenant en 1er choisi parmi les adjoints du Génie de l'armée active. Ces employés ont à un haut degré l'esprit de devoir et vous ne tarderez pas à apprécier le concours qu'ils vous apporteront surtout pour toutes ces questions de détail de la vie militaire avec lesquelles vous serez probablement peu familiers. Vos autres officiers seront comme Lieutenants ou Sous-Lieutenants des Conducteurs des Ponts et Chaussées d'autant plus dociles à votre autorité qu'ils retrouveront en vous au moment de la guerre leurs chefs habituels du temps de paix.

En outre, dans toutes les places fortes, un grand nombre d'Ingénieurs des Ponts et Chaussées seront appelés à remplir les fonctions d'officier d'État-Major du Génie, et à concourir par conséquent à la mise en état de défense de ces places, à leur défense même. En général, ils serviront alors au milieu d'officiers de l'armée active qui pourront leur apporter le concours d'une expérience militaire plus grande; mais il peut très bien se faire, et le cas se présentera certainement où des Ingénieurs des Ponts et Chaussées seront seuls à porter le poids de la défense.

Enfin l'armée territoriale doit servir dans certains cas à appuyer l'armée active dans ses opérations; certaines formations de Divisions, de Corps d'armée même sont prévues pour cet objet et les États-Majors du Génie de ces formations, les Commandants du Génie de Corps d'armée et de Divisions seront des Ingénieurs des Ponts et Chaussées.

L'énumération de ces diverses fonctions, leur importance indiscutable suffit à faire comprendre quel intérêt il y a pour les Ingénieurs des Ponts et Chaussées, et en même temps pour le bien général, à ce que les Ingénieurs possèdent des données aussi complètes que possible sur la fortification.

On peut ajouter que cet intérêt n'est pas moindre pour ceux

d'entre vous qui seront appelés à servir dans l'Artillerie.

Cette arme est l'arme principale, ou tout au moins l'arme indispensable de l'attaque et de la défense des positions fortifiées et l'expérience de toutes les guerres sans exception depuis 25 ans enseigne que c'est autour de cette fortification soit permanente soit improvisée que se dénoueront toujours les épisodes les plus importants d'une grande guerre.

Pour attaquer ou défendre ces positions fortifiées, pour tirer le meilleur parti possible des effets de son canon, l'officier d'Artillerie a besoin de connaître les propriétés de la fortification, le secours qu'il peut en tirer, s'il combat sous sa protection, les points faibles qu'il doit chercher à battre, s'il a pour but de la renverser.

Ainsi donc, quelle que soit l'arme dans laquelle vous ayez à servir à la guerre, les notions que ce cours a pour objet de vous donner vous seront d'une utilité pratique immédiate.

Cette utilité se retrouvera encore au même degré dans le service de tous les jours en temps de paix, surtout pour les Ingénieurs des Ponts et Chaussées.

Bien que vous n'ayez pas encore pratiqué votre belle profession d'Ingénieur, vous n'ignorez pas le nombre considérable de questions que vous avez à traiter de concert avec le Département de la Guerre et cela sur une partie considérable de la France qui porte le nom de zône frontière ou de zône myriamétrique autour des places fortes et qui comprend environ le 1/3 du territoire. Pour avoir une idée de la multiplicité des questions de travaux publics qui doivent être élaborées de concert avec le service militaire, il suffit de se reporter à la nomenclature qui en est donnée au Décret du 8 Septembre 1878 portant réglement d'administration publique sur la délimitation de la zône frontière et la réglementation des travaux mixtes et on constatera que le nombre des questions échappant à l'action de ce décret est bien restreint.

Tous ces travaux exigent des conférences entre les Ingénieurs des Ponts et Chaussées qui sont chargés de les exécuter et les officiers du Génie qui représentent les intérêts du service militaire.

Quelle simplification pour le service, quelle économie de temps si, dans les projets dus à votre initiative, vous commencez par éliminer de vous-même telle solution peut être avantageuse à certains égards, mais que vous aurez pu regarder comme défectueuse au point de vue militaire parce qu'elle modifiera les conditions défensives d'une place dans le voisinage, qu'elle ouvrira un passage dangereux et facilitera l'invasion.

Si même le projet que vous apporterez à la conférence lèse par quelque point qui vous aurait échappé les conditions défensives de la région, vous serez mieux préparé à accepter le bien fondé des objections d'un service dont la principale fonction est d'avoir toujours l'attention éveillée sur ces intérêts militaires qu'il a pour mission de sauvegarder. Parlant le même langage, vous arriverez presque toujours à vous entendre et les affaires y gagneront en précision et en rapidité.

Les réflexions qui précèdent sont en même temps la justification du programme de ce cours. Nous n'aurons pas à nous appesantir trop longtemps sur des notions techniques que vous aurez déjà pu acquérir dans vos stages régimentaires; ce que nous voudrions surtout vous permettre de dégager de ces leçons c'est l'esprit général de nos moyens permanents de défense et de ceux qu'il sera nécessaire de leur adjoindre pour en tirer parti. Votre instruction professionnelle vous fournira un fonds inépuisable pour suppléer à l'insuffisance des détails que nous serons obligés de passer sous silence.

En cela, Messieurs, nous ne ferons que respecter scrupuleusement les traditions de ce cours depuis sa création dans cette Ecole. Si quelque différence se manifeste entre ce que je pourrai vous dire et les leçons qui ont été faites devant vos prédécesseurs, c'est que votre organisation militaire a fait un grand pas cette année et que vous avez pu acquérir, rien qu'en parcourant un polygone du Génie au moment de ses travaux, des notions pratiques qui simplifient en une certaine mesure la tâche du professeur.

Bien que réduite un peu par ce fait, cette tâche est considérable encore; mais l'importance du sujet, la grandeur des

intérêts en jeu, grandeur qui ne va à rien moins dans certaines circonstances que l'indépendance de notre pays, ne saurait vous échapper, et cette pensée sera mon soutien.

Je vous disais tout à l'heure que si l'on jugeait de l'avenir par un passé récent, les épisodes principaux des guerres futures se dénoueraient autour de la fortification. Que voyons-nous en effet depuis vingt cinq ans?

En 1854 éclate une guerre qu'on appelle d'abord guerre d'Orient, mais ce nom est à peine prononcé aujourd'hui; on a oublié l'incursion des Russes en Bulgarie, leur tentative sur Silistrie. C'est à peine si l'on se souvient encore de leur campagne en Asie; il ne reste qu'un nom, le siège de Sébastopol.

N'insistons pas si vous le voulez sur ce point; on pourrait objecter que les adversaires en présence dans cette grande lutte avaient, comme d'un commun accord, choisi la Crimée pour le champ clos où devait se vider leur querelle.

Quelle est la grande guerre qui vient ensuite? Celle d'Italie en 1859.

Vous vous rappelez le retentissement du célèbre programme: l'Italie libre jusqu'à l'Adriatique! Pourquoi ce programme n'a-t-il pas été rempli, pourquoi au lendemain d'une victoire comme Solférino, a-t-on vu manquer à une déclaration solennelle un souverain triomphant? C'est que les difficultés commençaient seulement en présence du quadrilatère des places fortes de l'Adige et du Mincio: Vérone, Legnago, Peschiera, Mantoue. C'est qu'on prévoyait une lutte longue et meurtrière pour triompher d'un ennemi qu'on ne pouvait saisir qu'au travers de ces forteresses; c'est qu'il fallait des renforts à l'armée, que tout était épuisé, si bien qu'au Conseil de régence à Paris on n'agitait pas moins que l'appel des gardes nationales! Ainsi la présence seule de ces quatre places suffisait à percer à jour la faiblesse de notre organisation militaire devant l'Allemagne agitée et frémissante, devant la Prusse qui rêve dès lors à ses succès futurs.

Cette conclusion, ce n'est pas moi qui vous la présente

pour les besoins de ma cause, et voici ce que disait l'Empereur Napoléon III aux délégations des grands Corps publics chargés de le féliciter à son retour de l'armée.

« Lorsqu'après une heureuse campagne de deux mois, les
« armées Française et Sarde arrivèrent sous les murs de Vérone,
« la lutte allait inévitablement changer de nature tant sous le rap-
« port militaire que sous le rapport politique.

« J'étais fatalement obligé d'attaquer de front un ennemi re-
« tranché derrière de grandes forteresses, protégé contre toute diversion sur
« ses flancs par la neutralité des territoires qui l'entouraient et en com-
« mençant la longue et stérile guerre des sièges, je trouvais en face de
« moi l'Europe en armes, prête soit à disputer nos succès, soit à
« aggraver nos revers. »

Puis vient ensuite la guerre du Danemark. Cette guerre qui devait être le point de départ de tous les bouleversements Européens survenus en 1866 et 1870, cette guerre se résume en un seul fait: l'attaque, la défense et la chute des lignes de Düppel qui marquent la fin de la guerre, la perte pour le Danemark du Schleswig-Holstein et le triomphe de la Prusse.

Presqu'en même temps se développait et se poursuivait pendant quatre ans, de l'autre côté de l'Atlantique, une lutte gigantesque qui d'un bond fait progresser l'art de la guerre et le met presque d'une génération en avance sur les procédés de l'ancien continent. Les armes à chargement rapide, les mitrailleuses, les navires cuirassés, les torpilles font leur apparition à la fois dans cette lutte où tout est grandiose, le caractère des hommes aussi bien que les moyens employés. Mais ce qui est la marque distinctive de ces campagnes et le fait qui doit surtout nous frapper, c'est l'emploi continuel de la fortification, aussi bien pour la garde des positions principales, des villes comme Washington ou Richmond, que pour la défense des positions du champ de bataille. Dédaigneux de ces préjugés des Armées Européennes contre les outils de pionnier qui ont fait le désespoir des grands Généraux comme Napoléon, les soldats de l'Union furent amenés d'eux-mêmes

instinctivement pour ainsi dire, à se retrancher, à se protéger par des levées de terre contre les armes à tir rapide. « Ils n'attendaient pour cela, dit un des historiens de la guerre, « ni ordres, ni « déploiement de tirailleurs, ni établissements de lignes. Le travail n'était « pas exécuté par une brigade ou une division isolée, mais par toutes les « brigades et toutes les divisions, chacune opérant pour son compte. Il « était de règle que la troupe procédât à ce travail sans attendre aucun « ordre. » Et à la suite de cette guerre, le Général Barnard, au service des États-Unis, émettait cette conclusion dont on peut mesurer l'importance :

« Si l'on examine, dit-il, les travaux de défense de « Richmond ou ceux de Pétersbourg, on pourra se convaincre d'un fait « très important et que confirme d'ailleurs toute notre guerre, à savoir « qu'une simple tranchée défendue par deux rangs de fantassins constitue, dans certaines conditions faciles à remplir, un obstacle à « peu près inattaquable de vive force. »

La guerre d'Amérique est un modèle qu'on n'a pas assez imité chez nous.

Vers la fin de cette guerre, nous aussi nous prenions pied de l'autre côté de l'Atlantique, au Mexique. Quel est le fait capital de cette expédition ? Une première fois nous échouons devant la ville de Puebla à peine retranchée et nous sommes obligés de rétrograder, d'appeler de puissants renforts. Puis ces renforts arrivés, nous revenons recommencer le siège. Ce siège se poursuit longuement et parfois péniblement ; chaque cadre, chaque îlot de maisons, forme un retranchement à faire tomber. Puis le jour où la place succombe enfin, nous ne rencontrons plus de résistance sérieuse ; le pays ne se défend plus que par son immensité.

Revenons en Europe maintenant ; c'est le moment de la campagne de 1866. Le différend entre la Prusse et l'Autriche, suite inévitable de leur action en commun contre le Danemarck, ne peut plus se vider que par les armes. La campagne de Bohême

s'ouvre et bientôt après, à la suite de péripéties souvent inattendues, Sadowa vient tout d'un coup arracher à l'Autriche la prépondérance en Allemagne et jeter les germes de l'unité germanique sous l'autorité de la Prusse. Mais au dernier moment si l'armée victorieuse s'arrête, c'est qu'elle a devant elle les ouvrages de Florisdorf, improvisés depuis le début de la campagne pour couvrir sur la rive gauche du Danube la capitale Autrichienne et donner le temps aux forces de l'Archiduc Charles employées en Italie, d'accourir à sa défense.

En effet pendant que ces événements se passaient, pendant que Benedeck hésitait en face de la marche audacieuse des colonnes Prussiennes, puis finalement se faisait battre à Sadowa, une autre armée, celle de l'Archiduc Charles réussissait à l'autre extrémité de l'Empire à se maintenir en face d'une armée supérieure, à la battre même et cela grâce à l'appui de ces places que nous avons déjà citées tout à l'heure pour nous avoir également arrêtés en 1859, les places du Mincio et de l'Adige.

Ainsi tandis que d'un côté l'armée Prussienne victorieuse à Sadowa s'avance de 60 lieues sans coup férir et ne s'arrête que devant les ouvrages de Florisdorf, une armée inférieure en nombre mais manoeuvrant sous la protection des places fortes du quadrilatère Vénitien, résiste victorieusement à des forces supérieures à Custozza, fait échouer le plan d'agression des Italiens et peut même songer à abandonner cette région fortifiée pour voler au secours de sa capitale menacée, sans craindre que le pays qu'elle abandonne tombe complètement aux mains de son adversaire.

Parlerons-nous maintenant de la guerre de 1870-1871 dont les tristes péripéties sont présentes à tous les souvenirs. Vous vous rappelez la mélancolique proclamation de l'Empereur à l'armée avant l'ouverture des hostilités.

« La guerre qui commence sera longue et pénible, car elle aura « pour théâtre des lieux hérissés d'obstacles et de forteresses. »

Ces prévisions ne se réalisent guère. Les obstacles nous ne devons les rencontrer que sur notre sol. Quant aux forteresses, ce sont les nôtres qui entrent en jeu dès le début. Strasbourg est

assiégé, Metz bloqué et pourtant nous n'en sommes encore qu'au premier acte du drame.

Bientôt Paris est assiégé à son tour et son déblocus devient l'objectif des armées de province. Un instant ces efforts sont couronnés de succès ; la bataille de Coulmiers nous rend Orléans, vite on fortifie ses abords et si ces travaux hâtifs, que le site ne favorisait pas d'ailleurs, ne l'empêchent pas de retomber aux mains de l'armée du Prince Frédéric Charles, ils servent du moins à couvrir un peu notre retraite.

En même temps dans le Nord, grâce à l'appui de la vieille frontière de Vauban, si souvent décriée parce qu'elle a presque toujours été mal comprise, de nouvelles forces s'organisent sous la direction des Généraux Farre d'abord, puis Faidherbe. Cette petite armée, improvisée avec des ressources et des éléments incomplets, tient en échec les forces Allemandes. Souvent battue, quelquefois victorieuse, mais toujours trop faible pour poursuivre ses succès, elle oblige l'ennemi à détacher des forces considérables pour l'observer ; elle préserve ainsi le Havre qui sans ce secours eut vraisemblablement succombé, et rend des plus précaires l'investissement de Paris.

Ce n'est pas nous qui le disons ; ce sont nos adversaires eux-mêmes et voici ce qu'écrivent leurs narrateurs officiels :

« L'historique des opérations de la première armée au Nord
« de la France prouve jusqu'à l'évidence que les places fortes, même
« celles d'une importance secondaire, jouent un très grand rôle dans la
« défense d'un pays ; c'est en effet uniquement à leurs nombreuses places
« que les Français sont redevables du succès de la résistance qu'ils nous
« ont opposée avec des troupes levées à la hâte et généralement mal disci-
« plinées. Ce qui est inconcevable, c'est l'état d'abandon où ils avaient
« laissé les petites places décrites dans les pages qui précèdent ; elles n'étaient
« nullement à hauteur des exigences de la guerre moderne et cette infé-
« riorité a entraîné au détriment de nos adversaires d'incalculables consé-
« quences. Si la 1ère armée, au lieu d'avoir affaire à cette multitude de
« petits postes, avait trouvé devant elle un nombre plus restreint de
« places tenues seulement sur le même pied de défense que la majorité
« des places Allemandes (dont cependant les ouvrages, pour des

« raisons faciles à concevoir, n'ont pu encore être amenés au
« niveau des progrès rapides de l'Artillerie), nul doute que la
« situation de cette armée en Décembre et Janvier, ne fût devenue non
« seulement beaucoup plus défavorable mais peut être tout à fait
« critique. »

Je laisse ici de côté les appréciations critiques que vous venez d'entendre. Elles sont en partie fondées en ce qui regarde l'état d'imperfection où étaient les défenses de ces places en présence des transformations considérables des moyens d'attaque. Sauf pour Péronne qui a été assiégée et a malheureusement succombé, ces défectuosités toutes locales des places du Nord n'ont eu qu'une influence secondaire sur les résultats, puisqu'aucune des autres places n'a eu les honneurs d'un siège. Je ne releverai pas davantage cette appréciation qu'il eut mieux valu pour nous avoir, au lieu d'une multitude de petits postes, un nombre plus restreint de places en bon état. C'est là une idée sur laquelle nous aurons peut être occasion de revenir à la fin de ces leçons; mais une réflexion nous est déjà permise: si tout était si mauvais, pourquoi les Allemands n'ont-ils pas attaqué?

Un seul point est ici important à retenir, c'est que de l'aveu de nos adversaires, il eut fallu bien peu de chose pour que grâce à cette fortification, la situation de leur armée devînt beaucoup plus défavorable et même tout-à-fait critique

Puis si nous poursuivons encore, que trouvons nous pour la fin de la campagne? Encore un siège, celui de Belfort; une fortification improvisée, celle de l'armée de Werder sur les lignes de la Lizaine à Héricourt, une attaque infructueuse de ces lignes par l'armée de l'Est pourtant supérieure en nombre.

Partout et toujours dans toute cette campagne la fortification est au premier plan et forme le pivot des opérations. Les événements de ces dernières années ne font encore que confirmer ces conclusions.

L'insurrection Carliste ne présente jusqu'au dernier jour que l'attaque et la défense de retranchements ou même des sièges

de places. Bilbao est assiégé, puis débloqué. Estella, grâce aux travaux dont on l'a entourée, forme jusqu'au dernier jour la capitale du prétendant.

Enfin nous voici arrivés à la guerre qui vient de se terminer entre la Russie et la Turquie.

Quel est ici le rôle de la fortification ?

Le 27 juin 1877, l'armée Russe, dont un Corps se trouve déjà dans la Dobroutscha, dans ce couloir compris entre le Danube et la mer Noire, surprend le passage du fleuve au point le plus méridional de sa course, à Simnitza-Sistova. Aussitôt tout en se couvrant du côté de l'Est par la ligne de la Jantra, elle pousse une pointe audacieuse vers le Sud; un Corps occupe Tirnova, et bientôt on apprend avec surprise que le 13 juillet, un Général Russe, le Général Gourko, renouvelant les exploits des Stuart ou des Jackson de la guerre d'Amérique, a surpris un passage réputé inaccessible dans les Balkans, envahi la vallée de la Tunja, affluent de la Maritza qui se réunit avec cette rivière à Andrinople; puis prenant à revers la passe de Schipka, la percée la plus facile au travers des Balkans, que des troupes venues de Tirnova attaquent par le Nord, il aide à faire tomber entre les mains des Russes cet important passage.

L'armée Turque occupe la ligne du Lom que commande la place de Roustchouck, plus au Sud est la place de Choumla et le cours du Lom blanc qui s'étend entre ces deux places forme une bonne ligne de défense que les Turcs s'occupent à améliorer par des travaux. Deux autres places plus en arrière appuient la défense, du côté de la Dobroutscha à Silistrie; sur la mer Noire à Varna.

Entre ces quatre places la force principale de l'armée Turque est concentrée. Ses propriétés défensives sont bien connues, mais elle est mal organisée pour l'offensive et les Russes espèrent la contenir en se fortifiant en face de leurs adversaires, sur la Jantra et sur le terrain entre cette rivière et le Lom noir. Puis à mesure qu'ils auront rendu moins probables les chances de l'éruption de leur adversaire sur une longue ligne de communication de plus de

150 Kilomètres, ils comptent faire filer peu à peu leurs forces disponibles par la passe de Schipka qu'ils viennent de conquérir et terminer encore une fois comme en 1828 la campagne à Andrinople.

Ces brillantes espérances sont bientôt déçues. On savait bien au quartier-général Russe que des forces ennemies étaient concentrées vers Widdin et vers Sophia; mais elles étaient loin, on les croyait mal organisées et un seul Corps d'armée avait été laissé pour couvrir l'armée du côté de l'Ouest et protéger les passages de Simnitza et de Nicopolis dont on s'était emparé le 15 juillet.

Trois jours après, le 18, le Général Krudener commandant ce corps donnait l'ordre à l'un de ses Divisionnaires de s'emparer de la petite ville de Plewna où la présence de l'ennemi était signalée, et le 20 la Division Russe donnait sans s'en douter contre 3 bataillons échappés à la capitulation de Nicopolis, mais renforcés par les têtes de colonne d'Osman-Pacha qui venait de Widdin après une marche de 200 Kilomètres que ne soupçonnèrent ni les forces Roumaines de la rive gauche du Danube, ni le service d'éclaireurs et de renseignements de l'armée Russe.

Le combat eut lieu le 20 juillet et fut un désastre pour la Division Russe. Les Turcs s'étaient couverts sur la position naturellement forte qu'ils avaient choisie par des tranchées contre lesquelles vint se briser l'élan des troupes Russes et qui formèrent un excellent appui pour les retours offensifs que les Turcs prononcèrent avec succès grâce à leur supériorité numérique.

Aussitôt les Turcs se mettent à l'œuvre. En ce point, d'ailleurs admirablement choisi, des travaux plus sérieux que ceux qui leur avaient servi le 20 juillet s'élèvent rapidement et le 30 juillet grâce à ces travaux, ils sont en mesure de faire essuyer au Général Krudener, auquel étaient arrivés des renforts, un 2ème échec plus sanglant que le premier, et qui lui coûte plus de 7000 hommes.

Un passage du rapport officiel du Général Russe permet de se rendre compte à la fois des conditions topographiques et de la défense de cette position

« La ville de Plewna est assise sur le ruisseau de

« Grivitsa qui n'a qu'un cours très peu étendu et se jette dans le Vid.
« Au nord, la ville est entourée d'une chaîne de collines élevées qui se
« terminent brusquement au sud sur le ruisseau et qui, au contraire,
« sont à pentes douces vers le Nord ; elles sont reliées par des cols qui
« permettent des communications faciles. Sur le sommet de ces collines
« sont élevées des redoutes d'un puissant profil, renforcées par des em-
« placements de batteries et des lignes de tranchées à plusieurs étages, pour
« les tirailleurs. La vallée de Plevna est fermée, à l'Est, par une hauteur
« qui forme la ligne de partage des eaux du ruisseau de Grivitsa et des
« autres cours d'eau qui vont se jeter dans l'Osma ; cette hauteur se relie à
« la chaîne de collines indiquée plus haut. Elle est à pentes raides du
« côté de Plevna et donne naissance au ruisseau de Grivitsa, à la source
« duquel est placé le village de ce nom. Le versant opposé est à pentes
« douces. Le village de Grivitsa, battu des feux de quelques batteries enne-
« mies, était occupé par les Turcs. Sur la rive gauche du ruisseau de
« Grivitsa, au sud, s'élèvent deux chaînes de hauteurs couronnées également
« de batteries et de logements pour les tirailleurs ; en outre, comme ces hau-
« teurs sont commandées par celles du Nord, elles peuvent être battues des
« feux des batteries placées au nord du ruisseau. Enfin, plus au Sud, le
« terrain très découpé et raviné s'élève du côté de Radichevo, où les Turcs
« ont aussi placé des retranchements. En général, le terrain, au Nord
« comme dans les autres directions, est peu favorable à l'offensive, tandis
« qu'il l'est beaucoup plus à la défensive. »

Voici en outre un passage du même rapport qui donne une idée de la manière dont les Turcs surent utiliser leurs travaux :

« Nos troupes se portèrent avec ordre et ensemble sur les
« retranchements Turcs, défendus par l'Infanterie, disposée en grandes
« masses derrière des abris et des logements sur plusieurs lignes. L'ennemi,
« dès qu'il aperçut notre mouvement, ouvrit un feu épouvantable ; mais le 1er
« bataillon continua sa marche sans s'arrêter, chargea à la baïonnette et
« enleva la batterie et les premiers épaulements des Turcs ; il se jetait déjà
« sur la deuxième ligne de tranchées quand des réserves Turques l'obli-
« gèrent à s'arrêter. Le deuxième bataillon appuyant un peu à gauche se
« précipita avec la même impétuosité sur les épaulements ; les Turcs, cette
« fois, ne tinrent pas et se retirèrent dans le ravin ; alors le bataillon les

« y suivit et, se tenant sur les talons de l'ennemi, gagna la pente
« opposée, à l'extrémité de laquelle s'élevait la redoute. Le 3e bataillon du
« même régiment appuya le 1er à droite. La montée vers la redoute était
« très pénible (plus de 30° d'inclinaison); néanmoins, les 5e et 7e Compa-
« gnies de ligne, ayant à leur tête leur brave Commandant de bataillon, major
« Kovalevsky, avaient non seulement gravi les pentes sous un feu terrible
« parti des tranchées, mais encore s'étaient maintenus dans les abris après
« en avoir expulsé les défenseurs.

« Le Major Kovalevsky, avec une partie de la 7e Compagnie et
« des tirailleurs du bataillon se porta intrépidement à droite sur le para-
« pet de la redoute, où il fut massacré à coups de yatagan; là, tomba
« également le Lieutenant Ammossov, commandant de la 7e Compagnie.
« Les deux autres bataillons de Penza, qui s'étaient jetés avec la plus
« bouillante ardeur sur l'ennemi, n'eurent pas plus de succès. Accablés
« par les feux des retranchements qui les prenaient de front et en flanc, ils
« durent interrompre leur mouvement offensif. La bravoure, la ténacité du
« régiment de Penza sont suffisamment attestées par les pertes énormes
« qu'il a subies (29 officiers, 1006 soldats). »

Cette énergique résistance dans laquelle les retranchements élevés par les Turcs jouèrent de l'aveu de leurs adversaires le rôle principal, leur donna un mois tout entier de répit. Ce n'est pas ici le lieu de se demander, si sur les autres points du théâtre de la guerre, les Généraux Turcs surent mettre ce délai convenablement à profit et s'ils ne laissèrent pas échapper l'occasion d'infliger à leurs ennemis un échec mémorable. Nous ne cherchons ici que le rôle de la fortification, et c'est encore une troisième fois à Plevna que nous allons constater les résultats que son emploi judicieux peut produire à la guerre.

Après la 2e bataille de Plevna, la situation est critique pour l'armée Russe. Son immense déploiement en éventail ne lui laisse aucune force disponible : elle est obligée de faire appel à ses réserves jusqu'au fond de la Russie. Mais en attendant elle s'assure la coopération active de l'armée Roumaine qui avec trois Divisions passe le Danube et vient former la droite de deux corps Russes en face des lignes de Plevna que ses défenseurs infatigables perfectionnent

et renforcent chaque jour.

Du 7 au 12 Septembre, un furieux combat s'engage. Les assauts répétés des troupes Russes ou Roumaines sont partout repoussés ou inutiles, puisque les redoutes prises sont reprises aussitôt, excepté celle de Grivitza qui reste au pouvoir des Roumains et nous aurons plus tard occasion d'en dire le motif. En somme les Russes échouent une 3e fois avec des pertes telles qu'en y joignant celles des 20 et 30 Août, ils avaient 30,000 hommes hors de combat.

Les péripéties de cette bataille des 7 jours ont motivé quelques réflexions intéressantes que le Général Skobelew, un des héros de ces journées du côté des Russes, a cru devoir consigner dans son rapport officiel et que je vous demande la permission de vous citer à cause de leur caractère général.

« Une cause sérieuse de ces retards de l'attaque était la nécessité « évidente de fortifier les positions conquises par des travaux; opération qui ne « laissait pas d'offrir des difficultés considérables avec l'insuffisance si regret- « table, pendant cette campagne, des outils à la disposition immédiate des Corps « de troupes. Les hommes creusèrent la terre à l'aide des couvercles de gamelle, « et des mains. Les ceps de vigne furent arrachés également à l'aide des mains « pour débarrasser les champs de tir.

« L'importance que cette question de la préparation et de la fortifi- « cation des champs de bataille a prise dans la guerre actuelle, m'autorise « à faire à ce propos, quelques remarques.

« Les troupes d'Infanterie, qui ont assisté à une affaire un peu « chaude, en reviennent, en grande partie, sans outils.

« Notre soldat, lorsqu'il marche à l'attaque sur un terrain diffi- « cile et particulièrement dans les jours chauds, s'allège tout d'abord de son « outil, il le jette, puis le manteau et enfin la musette aux biscuits prennent « le même chemin. Aussi les troupes, parvenues sur un point où elles doi- « vent se maintenir, n'ont-elles plus les moyens de se couvrir contre les « feux de l'adversaire, comme l'Infanterie l'a fait constamment: 1° Dans la « guerre de sécession; 2° Dans les quatre années meurtrières de la guerre carliste, « et 3° Dans la guerre actuelle, où c'est pour les Turcs un principe.

« Il semble, en conséquence, qu'il serait plus convenable de faire « suivre les troupes d'attaque par leurs outils ou d'avoir dans le régiment

« des détachements spéciaux, dont la mission serait de fortifier immédiatement les positions enlevées à l'ennemi.

« Il est impossible de ne pas signaler également l'insuffisance des ressources mises à la disposition du détachement pour l'exécution des travaux de fortification. Pour un effectif de plus de 20,000 hommes que comptait le détachement de Votre Altesse, nous n'avions, et encore par hasard, qu'un seul piquet de 35 sapeurs avec un sous-officier, sans un seul officier du Génie, bien que notre Académie du Génie militaire fournisse tous les ans des spécialistes par douzaines. Etant donné l'armement moderne de l'Infanterie et la faiblesse relative, au point de vue des actes décisifs, de l'Artillerie à longue portée, si les Armées Françaises de la deuxième période de la guerre de 1870-71 avaient adopté rigoureusement le système des pointes stratégiques (dirigées de préférence sur les communications) en le combinant avec une tactique strictement défensive et appuyée par des travaux de fortification passagère, - cela ne fait maintenant aucun doute pour moi, - la campagne aurait eu pour les Français une issue plus avantageuse. »

Ainsi des fortifications improvisées en moins d'un mois obligent l'armée Russe à renoncer momentanément à des projets grandioses que ses débuts semblaient justifier: bien mieux, elles mettent en question tout le résultat de la campagne, obligent la Russie à implorer le secours d'une armée qu'elle ne peut pas souffrir, sauf à la payer ensuite, elle et le peuple Roumain tout entier de la manière que vous savez. Puis lorsque pour la troisième fois, l'insuffisance des ressources est bien constatée, ce sont de nouveaux renforts qu'il faut attendre, la garde qui vient de St Pétersbourg; ce sont des changements de généraux et parmi les nouveaux appelés le Général Totleben, l'illustre défenseur de Sébastopol, est donné comme Ad Latus au Prince Charles de Roumanie et en réalité prend la direction des opérations.

Bientôt, grâce à la supériorité de ces forces, grâce à l'ineptie des autres Généraux Turcs et surtout de l'un d'eux qui laisse des Corps entiers immobilisés devant les tenaces défenseurs des ouvrages russes de Schipka, - toujours de la fortification, vous le voyez; - le cercle se ferme peu à peu autour d'Osman-Pacha. C'est par ses retranchements qu'il a résisté jusqu'ici: c'est cette arme aussi que le Général Totleben retourne contre lui et les Russes se fortifient à mesure qu'ils étendent leur

cercle. Bientôt ce cercle se ferme. Faute d'approvisionnements suffisants qui ne peuvent plus être renouvelés, la résistance n'est plus qu'une affaire de jours et le 9 Décembre, Osman-Pacha est obligé de capituler après un dernier et héroïque effort.

Cette campagne dont les évènements sont à peine accomplis, qui depuis six mois se continue même encore par des insurrections plus ou moins étendues, par l'intervention de l'Autriche en Bosnie et en Herzégovine, qui peut même au moindre incident se rallumer en entraînant dans son tourbillon presque toutes les puissances de l'Europe, cette campagne porte avec elle un haut enseignement.

Qu'y trouvons-nous en effet tout d'abord. Une armée enthousiaste, d'un courage bouillant, d'une audace qui frise la témérité et dont la première préoccupation est cependant d'observer, mais à distance, une ligne fortifiée, celle qui de Roustchouck à Schoumla couvre les rassemblements principaux de l'armée Turque.

Bientôt que devient sa principale préoccupation, c'est cette position de Plevna dont malgré des efforts répétés, malgré des torrents de sang répandus, elle voit avec appréhension les ouvrages s'élever, se compléter, se renforcer.

La fortification est donc ici le facteur dominant des préoccupations de l'armée Russe, celui qui a le plus influé sur ses résolutions et jamais exemple plus actuel et plus éclatant n'est venu au secours d'un professeur de fortification.

Et cependant malgré ces leçons si souvent renouvelées depuis 25 ans, vous pourrez rencontrer encore des militaires qui trouveront cette thèse exagérée, qui nieront l'influence de la fortification aussi bien sur le combat que sur la marche générale des opérations et qui préconiseront l'effet moral et physique de l'offensive partout et toujours.

Dans cette assertion, il y a une part de vérité, mais une plus grande encore d'erreur. Certainement celui qui attaque a l'avantage à égalité de forces ou s'il est supérieur en forces. Mais a-t-on la certitude d'être toujours égal sinon supérieur à son adversaire?

La guerre, Messieurs, n'est pas un duel courtois où l'on

mesure les épées avant de croiser le fer. Etre deux contre un au moment du combat, voilà l'idéal, et cet art si peu chevaleresque, si facile en apparence, si difficile en réalité, s'appelle du Génie chez les grands hommes de guerre. Il est donc à prévoir que si l'on est fort quelque part, on sera faible sur un autre point et si sur ce point, vous ne vous renforcez pas par des obstacles qui empêchent l'ennemi de vous aborder, par des boucliers qui empêchent ses projectiles de vous atteindre, si vous ne faites pas de la fortification en un mot, vous serez battus.

Quant à cette assertion que l'offensive parvient en tout et toujours à triompher des obstacles, si cette opinion se produit devant vous, répondez par l'exemple de l'armée Russe. Si jamais il a existé une armée que ses traditions les plus illustres, le genre de guerre permanent qu'elle soutient dans ses vastes possessions Asiatiques, l'esprit général de son instruction disposait à l'offensive, c'est bien celle-là. Esprit d'offensive dans la conduite générale des opérations, l'expédition du Général Gourko au delà des Balkans en est le signe indiscutable. Esprit d'offensive dans le combat, il suffit pour le reconnaître de parcourir les rapports officiels des Généraux Russes, les rapports des attachés militaires, les récits des correspondants Anglais dont la critique souvent acerbe est en même temps le gage de leur véracité. Ce que je vous ai déjà cité pourrait vous en convaincre, mais c'étaient des rapports officiels et ceux-ci sont toujours un peu sujets à caution. Voici l'opinion d'un correspondant Anglais, témoin oculaire d'un des épisodes de la 3e bataille de Plewna.

« Le Général Skobelew avait en ligne quatre régiments d'In-
« fanterie et quatre bataillons de chasseurs. Sous la protection d'un
« feu meurtrier qu'il fit continuer, il forma deux régiments au pied de la
« colline qui supportait les redoutes avec deux bataillons de chasseurs à
« 1,200 yards des ouvrages. Se plaçant de sa personne sur le point le plus favo-
« rable pour surveiller l'opération, il fit cesser le feu et commença l'attaque.
« Les assaillants avaient l'ordre de ne point tirer; ils se portèrent en avant,
« le fusil sur l'épaule, au son de la musique et drapeaux déployés, et
« disparurent dans la fumée et le brouillard. Skobelew est le seul (sic)
« Général qui se rapproche assez pour compter les pulsations de la bataille.
« Les troupes d'assaut étaient à peine visibles et formaient dans le

« brouillard une masse confuse. Recevant toutes les pulsations de la
« lutte au fur et à mesure qu'elles se produisaient, le Général vit la ligne
« flotter et commencer à hésiter. Instantanément il poussa dans la ligne
« de combat un nouveau régiment et attendit le résultat. L'impulsion de
« ces forces nouvelles porta la masse un peu plus loin; mais la redoute jetait
« feu et flamme et versait un torrent de balles sur la ligne, qui stoppa de
« nouveau. Au milieu de cette averse de projectiles, Skobelew restait indemne.
« Toute son escorte était tuée ou blessée, même le petit Kirghize, qui avait une
« balle dans l'épaule. De nouveau, il vit sa ligne flotter et lança, sur le
« glacis, le régiment de Liebau, son quatrième et dernier régiment. Cette
« nouvelle impulsion amena la ligne presque sur l'escarpe; mais la grêle de
« balles continuait; les hommes tombaient par centaines, et le résultat était
« toujours incertain. La ligne recommençait à fléchir. Il n'y avait plus un
« moment à perdre si on voulait enlever la redoute. Il ne restait plus à
« Skobelew que deux bataillons de chasseurs, les meilleurs de son détachement.
« Se portant à cheval à la tête de ces bataillons, il les conduisit à l'assaut.
« Chemin faisant, il ramassa les traînards; il rejoignit la masse flottante
« et hésitante et lui communiqua toute l'énergie de son courage. Il l'en-
« leva et la jeta en avant avec de grands cris. La redoute n'était qu'un
« brasier de flammes et de fumée, d'où sortaient d'immenses clameurs, des
« cris d'agonie ou de défi et qu'accompagnaient le grondement du canon
« et le crépitement aigu de la fusillade. Le sabre de Skobelew était brisé.
« Un instant après, juste au moment où les hommes allaient descendre
« dans le fossé, cheval et cavalier roulent ensemble sur le sol; le cheval
« était tué ou blessé, le cavalier sain et sauf. Skobelew était déjà sur
« pied et poussait des hourrahs; puis, une clameur formidable, sau-
« vage, et toute la masse se jetait dans le fossé, franchissait l'escarpe, la
« contrescarpe, grimpait sur le parapet et tombait dans la redoute comme
« une avalanche. Les baïonnettes russes avaient bientôt raison des défenseurs
« attardés dans la redoute. Puis, un cri d'allégresse nous annonçait
« que la redoute était prise et qu'enfin un des ouvrages au moins de
« Plewna était entre les mains des soldats russes. »

Un tel esprit d'initiative, un courage si remarquable ne peuvent nous surprendre dans une armée dont la devise favorite était encore au moment de la guerre la célèbre maxime de Souvarow:

La balle est folle, la baïonnette est sage!

Et cependant force a été pour l'armée Russe de venir là précisement où son ennemi l'appelait; de se retrancher à son tour devant lui, et c'est en somme la fortification et la famine et non la baïonnette qui ont triomphé à Plevna.

Les souvenirs de ces évènements contemporains que nous venons de réveiller en vous n'ont pas seulement pour but de solliciter votre intérêt pour les détails parfois arides que nous aurons à vous soumettre et que vous accepterez plus facilement si vous êtes persuadés à l'avance du rôle si grand que la fortification est appelée à jouer désormais. Nous aurons aussi à y reprendre bien des points de détail et il était nécessaire de vous en faire d'abord envisager l'ensemble.

Et dès à présent, il nous est déjà permis de tirer un enseignement de ce court historique au point de vue de l'ordre que nous devons suivre dans les grandes divisions de ces leçons.

Autrefois, il était d'usage de diviser la fortification en trois catégories, la fortification de campagne, la fortification permanente et un genre mixte participant des propriétés des deux qu'on nommait ou fortification mixte ou fortification demi permanente.

Ces divisions sont bien difficiles à observer rigoureusement. Comment les choses se passent-elles en réalité?

Nous venons de le voir par l'exemple de la guerre de Bulgarie. Deux armées se rencontrent, celle qui est la plus faible, celle qui veut à tout prix se cramponner au terrain, celle là commence par placer quelques tranchées sur les points principaux. C'est l'affaire d'une 1/2 heure, une heure au plus. L'attaque ne se produit pas sur le champ; on prévoit qu'on a quelques heures, un jour peut être devant soi, on renforce les parapets, on crée des obstacles en avant. Grâce à ces travaux, la première attaque est repoussée ou bien l'ennemi hésite à l'entreprendre, attend des renforts; on utilise encore ce répit, et peu à peu, sur certains points cette fortification de passagère finit par mériter le titre de 1/2 permanente, tandis qu'à côté d'elle et la complétant, les premiers travaux restent dans leur état d'imperfection primitif.

Il en est de même autour des places fortes et chacun

de ces 3 modes distincts, fortification permanente, passagère ou mixte sont appelés à coexister sur le même point et à s'entr'aider réciproquement.

Nous nous occuperons d'abord de la fortification de champ de bataille dont la définition n'a pas besoin d'être donnée après ce que nous avons dit ; nous examinerons ensuite la fortification permanente. Il nous sera facile ensuite de voir ce qu'il convient de supprimer à celle-ci pour en faire de la fortification mixte.

Et d'ailleurs, Messieurs, ce n'est encore là qu'une des parties de notre tâche et la moins importante. Avec des Ingénieurs qui réunissent à un aussi haut degré toutes les connaissances acquises aujourd'hui sur l'art des constructions, qui auront eux-mêmes à ajouter au patrimoine qu'ils ont reçu, leur part d'initiative et de progrès, il y a bien des détails d'organisation sur lesquels il est possible de glisser. Il suffit que vous connaissiez l'esprit général de la fortification ; votre intelligence, votre instruction feront largement le reste. Mais il est un point en particulier auquel mon ambition serait de vous initier et auquel tout ce que je pourrai vous dire auparavant servira de préambule.

Un vaste système de défense s'élève depuis cinq ans pour protéger ce qui nous reste de notre patrie amoindrie. En bien des points, ce système n'est que la réalisation des voeux et des espérances de nos devanciers ; sur d'autres, et vous devinez facilement lesquels, il a fallu chercher comment combler la brèche ouverte sur notre flanc ; sur l'ensemble enfin, il a fallu mettre l'organisation à hauteur des exigences de la guerre moderne.

C'est à bien connaître les grandes lignes de ce système que doivent tendre nos efforts, car c'est à lui que nous devrons demander notre appui dans la lutte qu'inévitablement nous aurons à soutenir un jour pour défendre notre sol. Qui sait même si son utilisation intelligente ne nous permettra pas de reconquérir ce que nous avons perdu !

Et si vous m'accusiez, Messieurs, de manquer de logique en vous parlant de conquêtes lorsqu'il s'agit de défense, je vous répondrais que j'ai l'histoire pour moi.

Lorsque le premier Consul franchit les Alpes au Grand S.t Bernard pour descendre en Italie, il n'avait avec lui que 60,000 hommes, tandis que les Autrichiens en comptaient 120000 ; la rapidité de ses manœuvres, leur imprévu, lui assurèrent d'abord le succès. Mais ces manœuvres et ces succès eussent-ils été possibles sans l'immortelle ténacité de Masséna à Gênes qui, en retenant aussi longtemps sur les Apennins les principales forces Autrichiennes, donna à l'inspiration de génie qui avait conçu la campagne le temps nécessaire à son accomplissement ?

---

# 2.e Leçon.

Les quelques réflexions que nous avons présentées dans la dernière conférence, ont dû vous montrer l'importance que la tactique moderne, et même la stratégie, devaient attribuer aux procédés défensifs dont l'ensemble constitue à proprement parler la fortification.

Nous allons aborder l'étude des éléments de cette fortification ; en commençant par les plus simples, ceux qu'il est possible d'improviser sur le champ de bataille même ; cet examen nous donnera occasion de préciser certaines notions sur l'effet des armes actuelles, sur les procédés d'attaque, notions qui sont indispensables pour avoir une idée nette des motifs des dispositions que je pourrai vous indiquer.

Toute fortification suppose deux choses :

D'abord un <u>couvert</u>, un abri contre les projectiles de l'adversaire. C'est le bouclier d'autrefois.

En second lieu, on cherche à interposer entre l'ennemi et soi un <u>obstacle</u>, plus ou moins infranchissable ou impénétrable qui empêche ou du moins retarde considérablement la lutte corps à corps.

Les matériaux qui forment le couvert sont de nature variable. Longtemps dans la fortification permanente on a demandé à la maçonnerie ou au bois seuls une protection contre les flèches, les traits ou autres projectiles lancés par l'assaillant. Actuellement comme

substance très résistante, on y ajoute le fer laminé ou l'acier comme dans les blindages des navires ou la fonte dure comme dans les tourelles ou batteries cuirassées qu'on construit actuellement. Mais en somme, la plus simple, la plus rapide à constituer et en même temps la plus efficace des masses couvrantes, c'est la terre.

Pour se couvrir contre les projectiles, on fait un bourrelet de terre d'une épaisseur variable suivant les projectiles qu'on a à craindre; pour obtenir cette terre on creuse un fossé, et c'est ce fossé généralement qui constitue l'obstacle.

Examinons d'abord le couvert.

Quelle épaisseur faut-il lui donner pour qu'il soit efficace?

Cette dimension dépend des projectiles qu'on a à craindre ou du moins de ceux dont on veut se préserver. S'il s'agit de la balle du fusil d'Infanterie, des expériences souvent répétées démontrent qu'une épaisseur de terre de $0^m50$ suffit quelle que soit la nature de la terre et la distance. Il est même à remarquer que la pénétration est moins grande à très courte distance qu'un peu plus loin parce qu'en raison de la malléabilité de la substance qui constitue la balle, celle-ci se déforme lorsque la vitesse est trop considérable. Ainsi si nous voulons seulement arrêter les balles avec notre couvert, il nous suffit que son épaisseur la plus faible, c'est-à-dire le sommet du bourrelet, ait 0,50.

Pour couvrir un homme accroupi, il nous suffirait d'un mètre environ de hauteur au remblai ainsi formé. Il est clair qu'avec des dimensions aussi faibles, l'obstacle formé par le fossé sera insignifiant. — Nous obtenons donc le couvert bien longtemps avant l'obstacle. Renonçons franchement à celui-ci; creusons le fossé du côté du défenseur, rejetons la terre en avant. Au point de vue de la vitesse, nous obtiendrons notre résultat qui est de former le couvert, deux fois plus vite, puisque nous nous enfonçons au dessous du sol en même temps que nous élevons le remblai au dessus. Nous avons ainsi la tranchée-abri, le plus simple des ouvrages de campagne, amélioration des trous de tirailleurs américains dont nous avons cité l'efficacité dans la guerre de la sécession.

C'est bien un couvert qu'on a cherché ainsi. Mais ce couvert ne doit pas être inerte, comme certaines masses couvrantes que nous retrouverons dans la fortification de campagne ou dans la

fortification permanente. Il faut qu'au dessus du bourrelet ainsi formé, le combattant ne montrant que la tête et un peu les épaules, puisse faire usage de son arme. Une berme de 0,30 est ménagée entre le remblai et l'excavation. L'homme se placera assis sur la berme; la cuisse gauche contre le parapet; il appuiera son arme sur le parapet et sera à même de s'en servir commodément.

Ce retranchement est celui dont l'usage est le plus général à la guerre. Il est facile à construire; son tracé est simple; on le détermine uniquement par cette considération d'avoir en avant un champ de tir dégagé sans se préoccuper de lui donner une direction bien rectiligne. On évitera seulement les parties enfilées. Il suffira donc d'observer les prescriptions générales relatives aux retranchements et dont nous parlerons par la suite. Quant à la disposition des travailleurs, elle se fait simplement par le procédé suivant.

Les hommes sont placés sur un rang; ils passent devant les outils qu'on a déchargés des voitures. Les deux premiers reçoivent une pelle, le 3ème une pioche; ils sont placés le long du tracé de la tranchée à faire, et déposent leurs outils à terre, les deux pelles, si ce sont des outils du Génie bout à bout, le fer de la pioche du 3e sur l'alignement des pelles des 2 premiers. Le tout forme 3m ce qui constitue un atelier à un homme par mètre courant. Ce retranchement peut aussi être fait avec la pelle portative qu'on doit donner prochainement à l'Infanterie à raison de 40 par Compagnie.

Ainsi les données de ce retranchement sont très simples; il suffit pour la construction d'un homme par mètre courant et avec cet effectif de travailleurs, une demi-heure suffit au travail.

Le faible relief de ce dispositif, la facilité avec laquelle il se dissimule dans les terres labourées ou dans les parties vertes du terrain, pourvu qu'on le recouvre de branchages ou de gazons, ne l'expose que très peu aux coups de l'Artillerie qui à la distance où elle est obligée de se tenir, le distingue à peine. Enfin, si les défenseurs ont une occasion quelconque de se porter en avant, ils n'éprouvent aucune peine à franchir cet obstacle. La berme et le parapet sont seulement deux fortes marches d'escalier que tout homme doit pouvoir facilement monter.

Des dimensions aussi restreintes sont naturellement loin de

suffire, s'il s'agit de résister à des projectiles plus puissants que la balle du fusil, et cependant les points importants d'une position occupée par une troupe ont toujours à redouter les projectiles de l'Artillerie de campagne.

A quelle dimension convient-il de s'arrêter pour l'épaisseur de la masse couvrante destinée à résister aux projectiles de l'Artillerie de campagne?

Je citerai, pour préciser les idées, les résultats d'expérience faites avec le canon de 95 m/m, pièce la plus lourde de celles qu'il est possible d'emmener d'une manière normale en campagne, tellement lourde qu'elle exige des attelages de 8 chevaux. Son emploi est d'ailleurs très discuté précisément pour ces raisons et, bien qu'elle ait ses partisans, cette pièce n'entre pas actuellement dans notre armement de campagne.

A la distance de <u>500m.</u> l'obus de 95 m/m traverse un épaulement en sable de <u>2m,50</u> d'épaisseur et un épaulement en terre argileuse de <u>3m80</u>.

Ces quantités sont évidemment des maxima, d'abord parce que nous avons affaire à une pièce d'une puissance exceptionnelle comme pièce de campagne; et en second lieu parce qu'il est peu présumable que de l'Artillerie arrive à se rapprocher aussi près d'un retranchement défendu par des fusils à tir rapide. Nous pouvons donc affirmer que des masses couvrantes de 3 à 4m. d'épaisseur, suivant que les terres seront plus ou moins sablonneuses, seront en état de résister à un tir, même prolongé d'Artillerie de campagne.

Mais, nous l'avons dit, il ne suffit pas de se servir d'une masse couvrante destinée à rester inerte. Il faut pouvoir tirer par dessus la crête. D'où la nécessité d'une banquette située au maximum à 1m30 au dessous de la crête. La taille moyenne du fantassin est suffisante pour cette dimension. Ceux qui ne sont pas assez grands trouveront facilement à s'improviser un marche-pied.

Quant au talus qui réunit la crête intérieure et la banquette, il y a avantage à le raidir le plus possible, afin de rapprocher le tireur de la masse qui lui sert d'abri.

Par divers artifices, sur lesquels je ne m'appesantirai pas, on maintient ce talus à peu près à la pente de 3/1.

Puis si la partie supérieure de la masse couvrante restait horizontale avec cette largeur de 3 ou 4$^{m}$ que nous avons reconnue nécessaire et que le terrain en avant fût plan ou même, ce qui est préférable, légèrement en pente, le tireur cesserait de voir l'assaillant à une grande distance, et tout cet espace serait ce qu'on appelle en angle mort. On est donc conduit à incliner la partie supérieure du parapet pour plonger sur son adversaire, d'où le nom de plongée. L'inclinaison minima est de 1$^{m}$ de hauteur pour 6 de base. Pour mieux voir le terrain dans certains cas, on est conduit à incliner davantage ; on peut aller jusqu'au 1/4, mais on affaiblit alors beaucoup l'angle près de la crête intérieure et on facilite sa pénétration par les projectiles.

Voici donc la partie supérieure du parapet déterminée, quelle sera sa hauteur mesurée de la crête intérieure au dessus du sol ?

Cette hauteur est variable avec le but auquel est destiné le retranchement, mais surtout avec le temps dont on dispose.

Nous pouvons remarquer d'abord que tout ce relief que nous constituons au dessus du sol doit nous être fourni par une excavation d'un cube sensiblement égal ; il faut toujours en effet tenir compte du foisonnement.

Si nous voulons que cette excavation soit un obstacle sérieux, il est indispensable qu'elle ait au moins 2$^{m}$ de profondeur et 4$^{m}$ de largeur. Ces dimensions sont nécessaires pour que l'assaillant en arrivant sur le bord du fossé ne puisse le franchir d'un bond ou à l'aide de matériaux facilement transportables ou qu'il éprouve des difficultés soit à sauter dans le fossé soit à escalader la berge opposée, s'il est parvenu à y descendre.

Plus ces dimensions augmenteront, plus en même temps l'obstacle deviendra sérieux ; plus aussi la crête pourra être élevée au dessus du sol, puisque nous disposerons d'un déblai plus grand.

Mais à ces conditions, évidemment avantageuses, viendra se joindre un inconvénient grave, le temps de plus en plus considérable que nécessitera la construction et en même temps l'effectif toujours croissant des travailleurs, surtout lorsque l'outillage se borne uniquement, et c'est généralement le cas en campagne, à des pelles et des pioches dont le nombre même n'est pas non plus illimité.

Nous allons voir tout à l'heure quelques renseignements pratiques qui ne seront pas inutiles.

Pour le moment nous nous contenterons d'indiquer cette conclusion qu'une profondeur de 4ᵐ et une largeur de 6ᵐ en haut seront rarement dépassées en campagne. Ces dimensions ne seront même jamais atteintes que dans la fortification construite loin du théâtre des opérations immédiates. Dans ces conditions extrêmes la hauteur de la masse couvrante correspondante sera au plus de 4ᵐ.

Ainsi donc, nous arrivons à cette forme générale pour la masse couvrante.

1° L'ensemble du parapet et de la banquette que nous avons décrit a 4ᵐ au plus au dessus du sol, hauteur comptée de la crête intérieure.

2° Une banquette de 0ᵐ60 qui suffit aujourd'hui pour un rang de tireurs. Quand on employait deux rangs pour la défense, cette dimension était double.

Le raccord de cette masse avec le terrain naturel, du côté de la banquette par un talus de banquette soit au talus naturel des terres à 4/5 environ et alors avec des gradins pour faciliter l'ascension soit en pente plus douce pour éviter les gradins. Du côté de l'extérieur un talus à la pente naturelle.

En avant de cette masse, un fossé dont les dimensions maxima sont 6ᵐ en largeur et 4ᵐ en profondeur et qui n'est réellement obstacle qu'avec ces dimensions de 4ᵐ en largeur en haut et 2ᵐ de profondeur.

Les talus du fossé aussi raides que le comporte la nature du sol, mais qu'il est bon en général de tenir à 3/2 du côté de l'escarpe et à 2/1 du côté de la contrescarpe pour éviter des dégradations et des éboulements trop faciles.

Ce profil est celui du retranchement type contre l'Artillerie et nous n'en avons rappelé les dispositions que parce qu'elles se retrouvent exactement les mêmes dans la fortification permanente, sauf la question des dimensions.

Mais ce profil exige un temps déjà considérable pour son exécution, même avec la dimension minima que nous avons reconnue

 nécessaire pour le fossé. Quelques données sur la manière dont se fait la construction des ouvrages en campagne vont nous en convaincre facilement.

Tout d'abord quel travail peut nous fournir un homme travaillant à un déblai ? Il n'y a naturellement qu'à considérer le pelleteur, celui qui enlève la terre et produit l'excavation. Le piocheur ne fait que préparer le travail du précédent.

On admet que des travailleurs peu exercés comme des soldats d'Infanterie ou des paysans réquisitionnés travaillant à la journée, jettent par heure $0^{m.3},400$ de terre à la distance d'un relai, c'est-à-dire à 4^m. horizontalement ou à 1^m60 verticalement. Mis à la tâche, ils font un travail double et pelletent 0.800 dans le même temps et à la même distance. Si en outre on les fait travailler par courtes pauses, on peut obtenir jusqu'à 1 mètre cube. Des travailleurs exercés vont dans ce dernier cas jusqu'à $1^{m3}$,200 ou même 1^m500 à l'heure.

Une autre donnée qui nous est indispensable c'est le rapprochement maximum des pelleteurs pour qu'ils puissent travailler sans se gêner. Avec des hommes peu exercés cette distance est de 2^m.; des sapeurs du Génie arrivent au contraire à réduire cette distance à 1^m.30 longueur de la pelle, ou même à 1^m. Mais 2^m. est la distance sur laquelle il faut compter.

Cette distance forme ce qu'on appelle un atelier.

Voici dès lors comment se fait le travail. On divise la longueur du déblai à effectuer en intervalles de 2^m qui délimitent les ateliers. Dans chaque atelier on place un pelleteur, auquel on ajoute le nombre de piocheurs nécessaires pour que son travail puisse être continu.

Il suffit dès lors pour avoir le temps nécessaire à la fouille du déblai de diviser le volume compris dans le déblai d'un atelier, c'est-à-dire de 2^m. courant de ce déblai, par 0.400

Pour donner une idée de ce temps on trouverait en faisant les calculs :

1° Pour le fossé, minimum :

28 heures, les hommes travaillant à la journée.
14 heures d° à la tâche.

2° Pour le fossé, maximum

73 heures les hommes travaillant à la journée.

36 heures, les hommes travaillant à la tâche.

Une deuxième question d'une importance pratique aussi grande, est celle du nombre des travailleurs nécessaire à la marche du chantier pendant la séance de travail considérée.

Cette donnée est importante parce que les travailleurs qu'on a à sa disposition sont d'ordinaire des travailleurs d'Infanterie et qu'il y a intérêt à commander pour ce service de travail juste ce qui est nécessaire. Si on en commandait moins, le travail serait d'autant retardé ; si on en commandait trop, une partie resterait inoccupée en pure perte et serait une source de désordre sur les chantiers.

Les pelleteurs, avons-nous dit, lancent la terre horizontalement à 4$^{m}$ et verticalement à 1$^{m}$60. Donc à un moment quelconque du travail, si une pelletée de terre doit passer du point A au point B, le nombre de fois qu'elle devra être reprise sera

B, h, d, A

$$n = \frac{d}{4} + \frac{h}{1.60}$$

C'est-à-dire qu'il faudra n pelleteurs.

Pour avoir le nombre moyen d'hommes nécessaire correspondant à une période quelconque du travail, pendant la durée d'une pause par exemple, les quantités h et d correspondant aux centres de gravité du déblai et du remblai. Dans la pratique, le déblai et le remblai marchent toujours par couches horizontales, de sorte que les quantités précédentes sont faciles à évaluer.

Ces indications sont un peu minutieuses, mais vous comprenez déjà de quelle importance elles sont à la guerre. La presque totalité des travaux qu'on exécute alors sont des mouvements de terre. Dans aucune circonstance il n'est permis de négliger l'un de ces 3 éléments : le temps, le nombre des travailleurs, le nombre des outils. Et bien que ces quelques renseignements que je viens d'indiquer soient bien modestes, ils peuvent à l'occasion éviter des tatonnements et des faux mouvements.

Ainsi, nous venons de voir que le type normal, même minimum, exigerait encore de 20 à 30 heures à sa construction et cependant il ne correspond qu'à une hauteur totale de relief de 2.50 à

2.60 : Bien souvent on n'aura devant soi que la moitié au plus de ce temps. Doit-on renoncer alors à employer des ouvrages qui nous mettent néanmoins à l'abri des coups de l'Artillerie ?

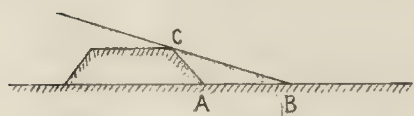
On a cherché à répondre à cette nécessité au moyen du profil suivant, où la masse couvrante s'élèvera d'autant plus vite qu'on fera une fouille des deux côtés du remblai et que par conséquent au lieu d'un pelleteur par atelier on pourra en mettre deux sans qu'ils se gênent.

Ce profil est connu sous le nom de profil de <u>retranchement rapide</u>.

Je n'entrerai pas dans le détail d'exécution de ce retranchement. Je me contenterai de vous dire qu'avec 5 hommes en moyenne par mètre courant de crête, il exige au plus 10 heures pour sa construction ; et si ce sont des troupes du Génie qui l'exécutent, ce temps peut être réduit à 4 heures et même 3, si la terre est facile.

La particularité que présente ce retranchement d'avoir un fossé intérieur nous conduit à une considération d'une grande importance aujourd'hui, et loin de trouver à ce fossé un inconvénient, nous serons amenés à y reconnaître des avantages précieux.

Les projectiles depuis le départ de l'arme jusqu'au point de chute décrivent une trajectoire qui serait parabolique dans le vide, mais que la résistance de l'air courbe davantage, de telle sorte que l'angle de chute est un peu plus grand que l'angle de tir.




Il résulte de cette forme courbe de la trajectoire que si un projectile est dirigé de manière à raser le sommet d'un obstacle formant masse couvrante, il ira frapper le sol en un point B et tout ce qui n'excèdera pas les limites du triangle A, B, C, échappera à son action, et vous savez qu'une relation constante lie ces 3 données : la vitesse initiale ou la charge de poudre qui la produit, la portée, l'angle de tir et par conséquent l'angle de chute. Or dans le tir de campagne la charge et par suite la vitesse initiale sont constantes. L'angle de chute est donc fonction seulement de la portée, la vitesse étant une constante.

La connaissance de cette zône A B ou plus simplement celle de l'angle de chute des projectiles qu'on a à redouter, a la plus grande

importance au point de vue de l'établissement de la fortification. Nous aurons occasion de l'étudier encore en fortification permanente, pour déterminer les dimensions à donner à ces diverses parties et mettre les maçonneries à l'abri des effets de l'artillerie de siège. Nous ne nous occupons ici que des effets de l'artillerie de campagne ou du fusil d'infanterie.

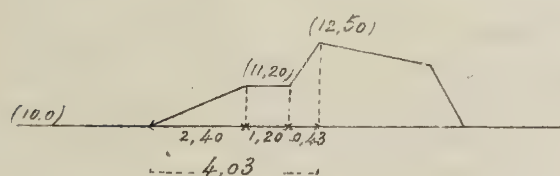
Si nous consultons les tables de tir de l'artillerie allemande, canon lourd de 9c, nous voyons que le tir des pièces de campagne donne les tangentes des angles de chute suivants :

à 2000m ———— 1/9
à 3000m ———— 1/6
à 3500m ———— 1/4
à 4000m ———— 1/3.

De plus des expériences faites en Allemagne montrent que les balles des Schrapnells, c'est-à-dire des obus à balles, éclatant à une hauteur convenable au dessus de la crête ont une inclinaison variant entre le 1/3 et le 1/4.

On voit donc que pour être complètement défilé de l'Artillerie jusqu'à 4000m et des Shrapnells tirés de 1.500 ou 1.600m, il faudrait être défilé au 1/3. Généralement on se contente de la dimension du 1/4. Mais il est facile dans chaque cas particulier de mesurer la zône de protection réelle.

Ainsi par exemple, prenons le cas d'un retranchement de 2m50 de hauteur. Son profil, dans le type normal, serait celui de la figure ci-contre.




Le talus de banquette rencontre le sol à 4m environ de la crête courante. Donc si le coup dangereux arrive avec l'inclinaison du 1/4, la verticale du pied du talus de banquette sera atteinte par ce coup 1m en dessous de la crête, c'est-à-dire que sa hauteur au dessus du sol sera seulement 1m50. Un homme debout en ce point serait donc exposé, et le terre-plein de l'ouvrage ne présenterait nulle part de sécurité.

Enfonçons le terre-plein au contraire en faisant le déblai des deux côtés du massif à élever, et donnons même au déblai une pente dans le même sens que la trajectoire, nous sommes protégés immédiatement sur une plus grande longueur : nous avons plus d'espace disponible en arrière de la crête.

Ces quelques considérations montrent également quel intérêt il

y a, à ce point de vue, à diminuer la banquette, à raidir les talus et c'est ce qu'on fait parfois en modifiant dans l'application quelques unes des dimensions de ces parties du profil réglementaire du retranchement rapide. Mais on remarquera que le remblai étant nécessairement moindre et l'excavation en arrière à peu près la même, il n'est plus possible d'avoir pour le fossé les mêmes dimensions. Le fossé ne formera donc plus obstacle de la même manière. Dans quelques simplifications qui ont même été encore proposées pour gagner du temps, l'obstacle formé par le fossé serait même complètement illusoire et pourtant, tels quels, ils sont encore en état de rendre les plus grands services. Il suffit de les compléter par quelques dispositions que j'aurai à indiquer. Mais pour en mesurer l'importance, il est indispensable de faire connaître quelles sont les conditions actuelles de l'attaque et les modifications profondes qu'elles ont subies depuis 12 ou 15 ans.

Autrefois la portée réellement efficace du fusil était 300 mètres; celle de l'Artillerie de campagne 1.000 ou 1.200$^{m}$ au plus. Mais la différence la plus grande avec ce qui existe aujourd'hui, c'est que le fusil d'Infanterie tirait un seul coup par minute (exactement un coup en 49 secondes)

Par conséquent pour parcourir les 300$^{m}$ de zône dangereuse avant d'arriver au retranchement, ce qui exigeait deux minutes à deux minutes et ½, il y avait à craindre de chaque fusil derrière la crête 2 à 3 balles au plus.

Aussi quel était le dispositif d'attaque employé? des colonnes profondes avec un front de 30 ou 40 hommes, séparées l'une de l'autre à intervalle de déploiement. Entre ces colonnes, des tirailleurs peu serrés d'ailleurs et chargés seuls de faire feu sur les défenseurs.

Tout cet ensemble se mettait en même temps en mouvement, dès qu'on saisissait quelques symptômes d'hésitation parmi les défenseurs sous l'influence du feu de l'Artillerie chargée de préparer l'attaque. A 60 ou 80 mètres du retranchement, les colonnes prenaient le pas de course. Et cette masse d'hommes entrainée par ses officiers au premier rang ou sur le flanc, animée par les cris : en avant! que chacun dans ces occasions répète instinctivement. Une telle colonne avait une force d'entrainement considérable.

Généralement, si le défenseur ne se sentait pas séparé de son adversaire par un bon fossé, un obstacle bien visible, en lequel tout le monde eut

confiance, il tournait le dos avant d'attendre l'assaut et la lutte corps à corps était la très rare exception.

C'est ce qu'on appelait autrefois l'attaque à la baïonnette, bien que la baïonnette n'y eut après tout qu'une part très secondaire; celle qui a fait nos succès et que toutes les armées Européennes ont plus ou moins cherché à imiter sans y réussir, parcequ'elle exige de la troupe des conditions morales que le tempéramment de nos soldats présente seul au même degré; c'est-à-dire cet enthousiasme communicatif qui permet au moment voulu de soulever avec élan un certaine masse d'hommes.

Cette tactique qui semble si audacieuse, était cependant relativement peu meurtrière, du moins tant que les colonnes n'étaient pas exposées au tir à mitraille. L'effet de la mitraille est des plus redoutables sur des masses profondes; aussi etait-il de règle (et bien souvent l'inobservation de cette prescription a-t-elle couté cher) de battre par l'Artillerie tous les points ayant action sur le terrain parcouru par les colonnes afin de détruire, s'il était possible, l'Artillerie de la défense. S'il n'y avait plus d'Artillerie restait le fusil dont le tir était lent. - Les mouvements compliqués nécessités par le chargement de l'arme, la mise en joue conduisaient en outre presque toujours le soldat à tirer trop haut.

Mais ce qui contribuait surtout à rendre ce mode d'attaque peu meurtrier c'est le temps très court pendant lequel une colonne restait efficacement en prise au feu des défenseurs du parapet. Avec une portée efficace de 300 mètres, il ne fallait que 2 ou 3 minutes pour arriver au retranchement, si aucun obstacle n'embarrassait la marche. Aujourd'hui la balle est encore meurtrière à 1,800 ou 2,000 mètres. Ainsi pour arriver jusqu'au retranchement, ce n'est plus 3 minutes qu'il y a à passer en prise au feu; c'est vingt minutes au moins et de plus, au lieu d'une arme tirant un coup par minute, on a devant soi un fusil qui est susceptible d'un tir ajusté de 5 coups par minute et même l'arme appuyée et sans viser de 10 coups par minute.

Toute la vitesse du tir ne sera utilisée que dans des limites de distance se rapprochant un peu de celles de la portée efficace de l'ancien

fusil ; mais le tir commencera bien qu'avec lenteur beaucoup plus loin, et en réalité il n'y a aucune exagération à dire que pendant l'attaque d'un ennemi bien abrité derrière un retranchement, et en supposant cette attaque dirigée avec toute la célérité possible, on a à redouter aujourd'hui de 40 à 50 fois plus de projectiles qu'autrefois.

En présence d'une telle profusion de balles, il ne peut plus être question aujourd'hui de conserver l'ordre de combat auquel nous devions autrefois nos succès. On a été longtemps à le reconnaître et cependant dès la campagne de Bohême en 1866 il était possible de pressentir les conclusions auxquelles on est arrivé depuis. L'armée Autrichienne vivait alors exclusivement sur le souvenir de la tactique qu'elle nous avait vu appliquer avec succès en Italie en 1859. Elle préconisait l'attaque à la baïonnette comme nous la faisions alors. Une des particularités du combat de Montebello, un des premiers de la campagne de 1859, est caractéristique à cet égard bien que la fortification n'y fut pas en jeu, et permet de comprendre comment les choses se passaient.

A l'extrême droite de la Division Forey qui soutint le combat en cette occasion, le 74e de ligne, commandé par le Colonel Cambriels, avait en face de lui un carré Autrichien que les lanciers italiens n'avaient pu entamer. A 300m, sous le feu, le Colonel Cambriels forma un de ses bataillons en colonne par section, les officiers au 1er rang ; et cette colonne se met en mouvement ; à 100m la colonne prend le pas gymnastique malgré le feu des Autrichiens. A 50 mètres, le carré tourbillonne sur lui-même et se sauve à la débandade poursuivi par les Lanciers.

Ainsi, vous le voyez, l'attaque à la baïonnette pouvait se faire sur l'épaule ou l'arme au bras et c'est de cette manière que les historiens du premier empire nous montrent la garde marchant à l'attaque des positions.

En 1866, les Autrichiens apprirent par les pertes considérables qu'ils firent ~~en~~ de semblables occasions qu'une telle tactique n'était plus possible en présence d'une arme à tir rapide comme le fusil Dreyse dont étaient armés les Prussiens.

Malgré l'expérience de cette campagne, l'armée Prussienne devait elle-même fournir à ses dépens la preuve évidente que la tactique devait être modifiée. Un épisode remarquable de la bataille de St Privat, en

fut l'occasion (18 Août 1870).

Le lendemain de la bataille du 16, notre armée en réalité victorieuse fut ramenée sur des positions défensives le dos à Metz, et qui s'étendaient des abords du fort de St Quentin, où la ligne s'appuyait à la Moselle, jusqu'aux environs de St Privat, où se trouvait le 6e Corps avec le Maréchal Canrobert.

La manoeuvre des Prussiens pendant cette bataille du 18 consista à chercher à tourner notre droite par la conversion successive de leur aile gauche. C'est dans ce mouvement de conversion que se place l'épisode dont je veux vous parler. Les Prussiens s'étaient emparés de Ste Marie aux Chênes village qui avait été énergiquement disputé et le Corps de la Garde prussienne voulut, pendant que le 12e Corps prolongeait son mouvement vers le Nord, brusquer le dénouement en s'emparant du village de St Privat.

Trois brigades de la Garde, c'est-à-dire 6 régiments, s'élancèrent sur la position en colonnes profondes précédées de tirailleurs; elles arrivèrent à peu près en même temps dans la zône efficace des feux. Dès qu'elles furent parvenues à 1,000m de la position des Français, en 10 minutes 6,000 hommes tombèrent et le mouvement fut arrêté.

De tels résultats étaient faits pour ouvrir les yeux des moins clairvoyants, et au cours même de la campagne les Allemands modifièrent leur tactique. La Garde elle même fit l'application de ces nouveaux procédés au siège de Paris, lors de la reprise du village du Bourget, le 30 octobre 1870, et les renseignements et conclusions qu'il était possible de tirer de cette décisive expérience ont été consacrés dans un remarquable rapport fait par le prince de Würtemberg sur les conséquences à tirer de la campagne de 1870.

Ce rapport contient quelques réflexions sur notre manière de combattre dans cette campagne qu'il est intéressant de citer parce qu'elles se relient directement à notre sujet :

« Le tir des Français exécuté commodément et en sûreté derrière
« des abris de diverses natures était désastreux pour les détachements qui tom-
« baient au milieu d'une telle pluie de balles; mais il attirait aussi ses adversai-
« res dans un rayon plus rapproché et moins exposé, d'où ils pouvaient, avec
« leurs armes, tirer des coups efficaces, et trouvaient bientôt le tireur sans

« défense par suite de son incessant gaspillage de munitions.

« Partant du principe vrai, que la défensive, même avec le meil-
« leur choix et la fortification la plus ingénieuse des positions (et dans
« cet art les Français ont déployé une habileté de maître), doit rester sans
« résultat et être bientôt brisée, quand elle ne s'allie pas à l'occasion avec
« l'offensive, les Français ne manquèrent jamais de faire des attaques
« offensives.

« Mais là aussi se voyaient encore le caractère superficiel et le
« défaut de réflexion, qui sont évidemment le propre des nations latines.

« Ils agissaient d'après l'exemple, l'ordre une fois donné et
« adopté, sans se demander pourquoi l'offensive qu'ils cherchaient restait
« constamment sans résultat.

« L'offensive franche, directe, fut seule et exclusivement employée
« par la défense. Avec un courage hardi, une grande vivacité et un élan
« incomparable, leurs masses profondes se précipitaient des abris qui les
« couvraient contre l'ennemi, masquaient par leur sortie le feu de leurs
« propres tirailleurs, tombaient bientôt sous le feu à volonté ou de salve
« de leurs adversaires placés ou amenés en position, et étaient forcés, avec
« des pertes énormes, de se retirer derrière leurs abris.

« Les mouvements de flanc, l'offensive par saccades et par
« bonds de petits détachements, qui s'assemblent et se renforcent peu à
« peu sous la protection du feu parti d'un bon abri, pour tenter alors à
« une plus faible distance une attaque vigoureuse contre l'ennemi, toutes
« ces manoeuvres ne furent que le plus rarement possible mises en
« jeu par les Français.

« Si je me suis aussi longtemps appesanti sur ces deux points,
« c'est que j'y crois reconnaître les deux causes principales des désastres
« des Français. »

Les procédés qui furent appliqués au Bourget ont été le point de départ des modifications de tactique qui ont été introduites dans toutes les armées Européennes. Une seule y semblait complètement réfractaire, sinon dans la lettre de ses règlements du moins dans l'esprit qui animait leur application, c'était l'armée Russe, et ce que j'ai pu citer des incidents de la guerre de Bulgarie, montre assez que cette armée n'a pas eu à se louer de son entêtement dans les anciennes

méthodes.

Aujourd'hui voici comment les choses se passeraient d'après nos règlements, et ainsi que nous venons de le dire toutes les armées en Europe ont adopté des formations analogues.

Arrivée à portée de l'Artillerie adverse, la troupe chargée de l'attaque prend son ordre de combat, pendant que l'Artillerie entame la lutte avec l'Artillerie de la défense.

Cette formation de combat est la suivante:

Sur le front d'un bataillon déployé, front qui correspond à 300$^{m}$ environ, deux Compagnies forment les tirailleurs, les deux autres sont en arrière comme réserve du bataillon.

Chaque compagnie de tirailleurs envoie sur le demi-front du bataillon qui lui correspond, la moitié de son effectif pour former la chaîne. A 500$^{m}$ en arrière se trouvent comme soutiens de la ligne des tirailleurs les deux autres moitiés des Compagnies. A 500$^{m}$ plus loin encore, c'est-à-dire à 1,000$^{m}$ de la chaîne sont formées en colonnes de Compagnie les deux autres compagnies du bataillon.

Nous nous en tenons à ce détail du bataillon engagé et nous nous contenterons d'indiquer que les réserves de la première ligne sont constituées à environ 1,000$^{m}$ de la réserve de bataillon soit à 2000$^{m}$ de la chaîne.

Dès que l'Artillerie de l'attaque s'est installée pour répondre à celle de la défense, la formation que nous avons indiquée se porte en avant jusqu'à 600 ou 1,000$^{m}$ de la ligne ennemie. La chaîne se tient à cette distance tant que dure la préparation de l'attaque par l'Artillerie; elle s'abrite de tous les obstacles naturels que présente le terrain et est renforcée peu à peu par les soutiens de manière à obtenir un feu de plus en plus nourri sur la crête du parapet.

Dès que la préparation de l'attaque par l'Artillerie est suffisante, et cette préparation sera d'autant plus longue que l'obstacle est plus fort, la fortification mieux organisée, toute la ligne s'ébranle. La chaîne s'avance par échelons qui sous l'appui du feu des échelons voisins, s'élancent par bonds successifs de 40 ou 50 mètres, se couchent ou se blottissent derrière des obstacles, puis recommencent le

feu pour protéger le mouvement des échelons voisins. Pendant ce temps les réserves de bataillon gagnent peu à peu du terrain; puis au moment où la chaîne n'est plus qu'à une centaine de mètres de l'ouvrage, le feu qui, tout le temps, a été en croissant d'intensité, redouble pour frapper tout ce qui déborde la crête du parapet. A ce moment les réserves pressent le pas, on sonne la charge et tout le monde se précipite à l'assaut avec plus ou moins de désordre; les réserves de seconde ligne restent en ordre à bonne distance pour recueillir la première ligne au cas fréquent où elle serait ramenée par son adversaire à la suite d'un retour offensif.

Il n'est pas besoin d'insister longuement pour faire comprendre quelle énorme difficulté une telle opération présente. La chaîne, les soutiens, les réserves ont à s'avancer pendant tout le temps de la portée efficace du fusil, c'est-à-dire 17 ou 1800$^{m}$ sous le feu d'un ennemi qui ne montre que la tête, tandis que la marche en avant doit se faire à découvert. Et plus le terrain sera plan et uni, comme il était à St Privat, moins il présentera d'abris, plus les pertes croîtront rapidement dans d'effrayantes proportions. En voyant leurs rangs s'éclaircir, en considérant le nombre de leurs camarades couchés sur le sol, les soldats hésiteront vite. A la moindre alerte, telle qu'un signal mal compris ou une panique sans cause apparente, il se produira facilement un mouvement en arrière dans cette masse flottante qui n'a plus comme autrefois l'encadrement du coude à coude.

On peut même dire qu'une attaque de vive force dirigée <u>exclusivement de front</u> sur un retranchement, est destinée à échouer pourvu que le terrain en avant soit bien battu par les feux du retranchement jusqu'à la limite réellement efficace du feu du fusil, c'est-à-dire 1,000 ou 2,000$^{m}$.

Cette question du champ de tir en avant de la fortification est une des plus importantes à considérer aujourd'hui. Elle a eu de l'importance à toutes les époques, mais ses dimensions depuis 15 ans se sont accrues considérablement, puisque de 300 mètres qui suffisaient du temps du premier Empire, c'est 1,000 ou 1,200 mètres qui forment aujourd'hui notre désideratum

Heureusement pour l'attaque, une disposition de terrain

qui présenterait cette propriété d'être bien plan, bien uni, bien battu par la fortification en arrière dans la limite de la portée du fusil, une telle disposition est rare. Naturellement cette considération du champ de tir entrera pour beaucoup dans le choix des positions à fortifier et nous aurons souvent à l'invoquer lorsque nous parlerons de l'application de la fortification au terrain.

Mais nous remarquerons dès à présent, que s'il n'est pas possible de rencontrer des positions satisfaisant à cet idéal, si des couverts naturels, toujours dangereux d'ailleurs, se présentent en plus ou moins grand nombre et servent d'abri momentané aux assaillants, nous pourrons du moins par certains artifices, faciles à employer, retarder la marche de l'ennemi, le retenir sous notre feu, et regagner en temps dans une certaine mesure celui que ces couverts inévitables lui auraient permis de prendre à son bénéfice.

Ces dispositifs pour retarder la marche de l'ennemi sont très simples; on les appelle défenses accessoires et ce qualificatif n'est pas en rapport avec leur importance.

---

## 3e Leçon.

Sous l'influence des améliorations apportées à l'armement, toutes les armées Européennes sont arrivées à reprendre la tactique que nos jeunes troupes des campagnes de 1793 et 1794 avaient inaugurée, celle des tirailleurs en grandes bandes. On a cherché seulement à réglementer cet ordre dispersé pour éviter la confusion qui en est souvent la conséquence; et on a disposé les unités de combat, la compagnie, le bataillon, en profondeur avec des échelons successifs, le premier formant la chaîne des tirailleurs, les autres des réserves que l'on tient groupés le plus longtemps qu'on le peut, sous le commandement de leurs chefs, et qui sont destinés soit à renforcer successivement la chaîne pour permettre une série d'efforts de plus en plus puissants, soit à former des points d'appui solides, au cas à prévoir où la chaîne même avec son maximum de densité serait obligée de céder le terrain.

Nous avons constaté l'importance pour la défense d'un champ

de tir bien dégagé dans l'étendue de la portée des armes, et signalé en même temps quel bénéfice la défense pourrait retirer de tous les obstacles qui, sans gêner son tir, ralentiraient la marche de l'assaillant, le tiendraient plus longtemps sous le feu, le forceraient même à se grouper momentanément pour poursuivre sa marche en avant.

Ces obstacles sont ce qu'on appelait autrefois les défenses accessoires et nous les mentionnerons rapidement en nous bornant ici à ceux d'entre eux qui sont utilisables sur un champ de bataille.

Au premier rang et parmi les plus sérieux, se trouvent les abatis d'arbres ou de branches d'arbres.

Si les arbres sont naturellement bien disposés en face de la position occupée ou de l'ouvrage, on les coupe, on les scie juste assez pour qu'ils puissent tomber du côté de l'ennemi. On enlève ensuite les menues branches et le feuillage pour qu'ils ne masquent pas la vue.

Si les arbres ne peuvent être utilisés sur place, on les transporte pourvu qu'ils ne soient pas trop gros, à l'emplacement convenable et on les maintient à l'aide de forts piquets à crochet.

Ce genre d'obstacle est excellent; l'Artillerie a peu de prise sur eux. Pour éviter davantage cette action de l'Artillerie on les place dans les endroits les plus protégés, contre la contrescarpe, ou en avant du glacis et derrière un petit bourrelet qui les abrite.

Un autre genre de défense accessoire également très efficace, ce sont les réseaux de fils de fer, qui peuvent être employés concurremment avec les abatis. On les dispose autour de piquets de 0$^m$,50 à 0$^m$,60 de hauteur et plantés en quinconce à 2 ou 3$^m$ d'intervalle ou même irrégulièrement.

On peut également semer le sol de petits piquets de hauteur inégale, qui gêneront les mouvements; mais pour être efficace, le dispositif est très long à organiser.

De même si le temps le permet, on construira des trous de loup, excavations profondes de 1$^m$30 à 1$^m$70 et dont les terres sont relevées en bourrelets dans les intervalles.

De tous les genres de défenses accessoires que nous venons de citer, les abatis et les fils de fer sont ce qu'il y a de préférable et ce qu'il faudra utiliser toutes les fois qu'on en aura les éléments à sa disposition.

Quant à l'emplacement de ces obstacles, nous pouvons conclure de ce que nous avons dit qu'il y a avantage à ce que l'arrêt qu'ils produiront dans la marche de l'assaillant n'ait pas lieu trop près de l'obstacle, généralement faible, que présentera le fossé dans les ouvrages sur un champ de bataille. Cet obstacle ne sera jamais assez fort pour inspirer aux défenseurs une grande confiance, s'ils se voient menacés de trop près. Que l'ennemi s'approche jusque sur le bord de la contrescarpe ou à quelques mètres de celle-ci, et il y a de grandes chances pour que les défenseurs faiblissent. Le moindre incident suffira alors pour leur faire tourner les talons. Les obstacles accumulés sur le sommet de la contrescarpe risquent donc fort de ne pas remplir leur rôle, puisque l'ennemi qui y serait parvenu, aurait de grandes chances de les démolir à loisir et de s'y ouvrir des passages sans craindre les feux du parapet abandonné. Les conditions ne seraient plus les mêmes, si on arrêtait l'ennemi devant un obstacle situé à une distance telle que le défenseur ne puisse déjà subir l'effet de cette influence morale et commence à éprouver la crainte d'être enlevé de vive force. Une distance de 80 à 100$^{m}$ en avant du retranchement paraîtrait suffisante pour remplir cette condition ; elle est cependant assez faible pour exposer encore les assaillants à un tir extrêmement précis. Rien n'empêchera d'ailleurs de faire une deuxième ligne d'obstacles plus près encore, comme on le prescrit d'ordinaire.

## Du Tracé.

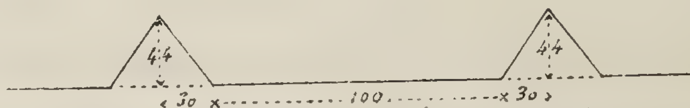
—— Nous avons vu jusqu'ici les conditions principales que doit réaliser le profil de la fortification improvisée ; tout ce que nous avons dit du mode d'attaque et des conditions de défense s'appliquait uniquement au tracé rectiligne du retranchement. Mais celui-là est le plus rare. La forme du terrain s'y oppose généralement ; en outre, d'autres raisons préméditées avaient conduit autrefois à employer des formes particulières pour la figure à donner aux retranchements et ce sont ces raisons qu'il convient d'examiner tout d'abord.

Ce petit examen historique aura l'avantage de préciser certaines

notions qui sont applicables encore aujourd'hui. Il nous permettra en outre d'indiquer mieux encore les transformations à imposer aux anciennes idées, transformations qui sont loin d'ailleurs d'être nettement définies aujourd'hui et qu'il n'est possible seulement que de faire entrevoir.

Autrefois, en raison du peu de temps pendant lequel une troupe marchant à l'attaque d'un retranchement se trouvait en prise aux feux de la défense, et en raison du petit nombre et du peu d'efficacité de ces feux, la défense s'ingéniait par tous les moyens possibles à les multiplier sur le point où devait se produire cette attaque. On s'efforçait donc d'obtenir des feux croisés sur le terrain de la marche probable des colonnes pour les arrêter à la fois de face et en même temps les prendre en flanc. D'où le nom de flanquement donné à ces dispositions.

Ainsi la disposition la plus généralement adoptée pour une ligne d'une certaine étendue et établie en terrain horizontal, était elle le retranchement à redans et courtine composé comme l'indique la figure ci-jointe:




Le but de cette disposition était celui-ci. Si une troupe s'avance sur l'un quelconque des points de cette ligne, et ainsi que nous allons le voir, elle choisit toujours les saillants, les feux partant des flancs opposés la prennent d'écharpe, dès qu'elle arrive à bonne portée.

Généralement au 18e siècle et dans la première partie du 19e où on faisait usage de ce tracé ou d'autres analogues, le fossé formait un obstacle sérieux, c'est-à-dire avait de 4 à 5 mètres de largeur en haut et 2 mètres au moins de profondeur. Dans ce cas, cet obstacle était de nature à retarder passablement l'ennemi obligé de descendre dans le fossé et de remonter sur l'escarpe pour escalader ensuite le parapet. L'importance des feux qu'il recevait dans le cours de cette opération était encore appréciable et l'on attachait un grand prix au flanquement des fossés, c'est-à-dire à l'action des feux de flanc que certaines parties des parapets pouvaient exercer dans les fossés. Il est facile de constater ici que toutes les parties du fossé ne sont pas flanquées dans la forme que nous avons donnée au tracé, et qu'il y a ce qu'on appelle des angles morts. Le coup de feu qui rase la plongée, laisse en effet en dessous de sa direction un espace

en angle mort. Avec une plongée inclinée au 1/6 et un relief de 4m 50 au dessus du fond du fossé le parapet ne voit ce fond qu'à 27m. en avant de la crête. Il est alors facile de constater sur la figure, en dessinant la contrescarpe, la partie du fossé qui est réellement en angle mort, et on s'apercevra facilement que le flanquement n'est pas complet.

Mais, en fait, ce qu'on cherchait par les brisures de la crête, c'était moins le flanquement des fossés que des feux croisés sur la direction présumée de la marche des colonnes.

Dans quelques dispositions on avait même poussé cette idée des feux croisés, au point de supprimer complètement les feux de face donnés par la courtine, et on avait adopté un tracé où il n'y avait plus que des flancs et où le terrain n'était battu que par des feux croisés. – C'est ce qu'on a appelé la fortification <u>tenaillée</u> ou <u>perpendiculaire</u> parceque l'angle des redans était droit.




La manière dont ce tracé oblige les feux de l'Infanterie à se répartir en avant de lui, offre certaines particularités intéressantes.

Tout d'abord, nous remarquerons que ces flancs sont disposés pour lutter non contre les attaques qui peuvent les menacer directement, mais contre celles qui ont pour objectif les saillants voisins. De telle sorte que pour la bonne défense d'une semblable disposition de crête, il faut demander aux soldats assez de désintéresssment, assez d'abnégation pour s'oublier eux-mêmes, si faire se peut, et ne songer qu'à leurs voisins. Ce résultat est très difficile à obtenir; on peut même dire qu'il y a impossibilité complète, dès que le dénouement est proche et imminent: la tendance naturelle des troupes est toujours, et cela se comprend du reste, de tirer sur l'ennemi qui les menace personnellement et directement. Le but du tracé sera donc manqué et on n'aura gagné, en le compliquant par ces brisures, qu'à mettre les défenseurs dans une position gênante par rapport à la crête. Le tireur n'est en effet dans une position commode qu'en faisant feu à peu près perpendiculairement à la crête qui le couvre

Cette obligation de faire feu perpendiculairement à la crête était bien plus accentuée encore du temps où l'on avait des armes à chargement par la bouche qui exigeaient des mouvements compliqués, et a

surtout un mouvement particulier, celui d'abattre l'arme pour épauler.

Aussi, dès que l'attaque se prononçait, que deux saillants comme deux redans voisins du 1er tracé ou du tracé tenaillé, se trouvaient menacés, il y avait pour les causes que nous venons de dire, hésitation parmi les défenseurs. Les uns continuaient à tirer perpendiculairement à la crête et à protéger les saillants voisins. Les autres tiraient sur l'ennemi qui les menaçait directement; et comme il fallait après chaque coup relever les armes pour la charge, il en résultait un enchevêtrement, des chocs d'arme et en somme peu d'efficacité dans le tir. Cet inconvénient était d'autant plus sensible que la défense se faisait alors par deux rangs d'hommes coude à coude derrière le parapet. Le premier rang était invinciblement conduit à obliquer son tir; le 2e rang qui était obligé de tirer dans l'intervalle des hommes du 1er rang ne pouvaient guère viser que perpendiculairement: d'où une complication générale.

Nous pouvons dès à présent remarquer encore qu'en supposant même qu'on obtienne des troupes tout le sang-froid nécessaire, cet inconvénient de l'enchevêtrement des armes devait se produire toujours plus ou moins à chaque angle rentrant du tracé quel qu'il soit. On comprend aisément qu'en ces points pour tirer à la fois dans les deux directions perpendiculaires à la crête, les fusils doivent s'entre-croiser. Cet inconvénient, qui ne va à rien moins qu'à faire perdre une certaine longueur de crête, d'autant plus grande que les angles seront plus multipliés, avait été signalé depuis longtemps, et même au XVIIIe siècle, qui n'était pas toujours l'époque de la simplicité dans les choses militaires, on avait été jusqu'à proposer certains stratagèmes pour que l'enchevêtrement des armes se fît d'une manière méthodique. Inutile d'ajouter qu'à supposer qu'on réussît à obtenir ce résultat en temps de paix dans des exercices simulés, de pareils procédés seraient complètement impraticables dans le combat.

Ainsi donc nous arrivons à cette première conséquence que des brisures produisant des angles rentrants trop multipliés, sont en général à éviter dans le tracé des retranchements de campagne.

C'est encore à la même conclusion que nous amène une autre considération qu'il nous est possible d'aborder d'après ce que nous venons de dire.

Les hommes, avons-nous fait remarquer, ne sont dans une

position commode pour tirer que droit devant eux, c'est-à-dire perpendiculairement à la crête, et il leur est très difficile d'obliquer le tir d'une manière sensible, sous peine même d'arriver à ne plus pouvoir tirer. Il en résulte donc que si l'on considère un saillant, il existe un secteur à peu près équivalent à l'angle supplémentaire de celui du tracé qui ne recevra que peu ou point de projectiles des défenseurs de cette partie de la fortification. C'est ce qu'on appelle le secteur sans feux.

On voit donc quel intérêt il y a dans la fortification défendue par de la mousquetorie à ouvrir le plus possible les angles qu'on est amené à faire dans le tracé. Plus ces angles sont aigus en effet, plus l'espace mal battu, par les feux de l'ouvrage, est grand. C'est naturellement dans ces secteurs que se dirigeaient les colonnes d'attaque autrefois, que se dirigeraient aujourd'hui les essaims de tirailleurs, et cette précaution est des plus utiles dans l'attaque de toute position fortifiée, même dans l'attaque d'un simple mur crénelé.

Aujourd'hui avec des armes se chargeant par la culasse et un seul rang de défenseurs sur le parapet, le tir peut n'être plus aussi rigoureusement normal au parapet qu'autrefois. On admet que le tireur peut appuyer son arme sur la plongée avec un certain angle allant au plus à 30° avec la normale, charger et tirer sans déplacer beaucoup son fusil. De telle sorte que tant qu'un angle saillant n'est pas plus petit que 120°, il n'y a pas à proprement parler de secteur sans feux.

Ainsi comme conclusion : éviter dans le tracé des retranchements, lorsqu'on est obligé de faire un angle saillant, les saillants plus petits que 120°.

Mais même avec cette condition intervient encore une autre considération que nous avons négligée jusqu'ici et qui a une importance considérable, c'est celle des effets de l'Artillerie de l'attaque.

Si l'on consulte les tables de tir de l'Artillerie de campagne, on constate que les écarts probables en direction sont, dans la limite des distances normales de tir, 6 à 8 fois plus faibles que les écarts probables en portée. Or à 2500.m par exemple le quart des coups d'un tir supposé

prolongé indéfiniment est compris dans un rectangle qui a 68.m de long et 12.m de large. Si donc l'artillerie ennemie est pointée sur le milieu d'une face enfilée de 68m de long et à 6.m de la crête, elle recevra dans un tir un peu prolongé le quart environ des coups tirés. 12.m c'est un peu plus du double de la largeur du retranchement rapide compté de la crête au bord du fossé extérieur.

Ce simple renseignement suffit à montrer combien serait précaire la situation des défenseurs dans une face enfilée par l'Artillerie, et toute brisure vers l'extérieur expose à ce danger.

Ainsi nous voici arrivés à cette conclusion d'une importance considérable aujourd'hui, que le meilleur tracé d'un retranchement est celui en ligne droite, lorsque le terrain s'y prête.

Si nous reprenons en les résumant les points principaux qu'on vient d'exposer, nous voyons :

1° Que le flanquement et les feux croisés n'ont plus aujourd'hui, grâce à la rapidité du tir et à la portée des armes, la même influence qu'autrefois et que l'action prépondérante revient aux feux de face.

2° Que les brisures dans la crête des retranchements sont plus dangereuses qu'utiles parce qu'elles rendent plus difficile l'action des feux de face et qu'elles donnent des parties enfilables par l'Artillerie ennemie.

3° Que du moment où nous nous refusons à briser notre tracé, nous ne pouvons plus avoir de flanquement de fossé ; mais nous en avons dit assez dans la précédente leçon pour faire comprendre comment aujourd'hui les défenses accessoires seront de nature à suppléer à l'obstacle qu'on ne cherchait autrefois que dans le fossé.

Ces conclusions sont jusqu'ici un peu théoriques et abstraites. Elles supposent qu'il ne s'agit que de fortification en terrain plan, sinon horizontal. Toutes les fois qu'on a à occuper une position d'une certaine étendue, cette condition n'est plus remplie que sur des portions de cette position et jamais on peut le dire sur l'ensemble. Nous allons examiner comment la forme du terrain oblige à modifier les conclusions que nous venons de donner.

La

La première condition que doit remplir une position militaire, c'est-à-dire la partie du terrain considéré sur laquelle on compte résister à son adversaire, c'est d'avoir pour soi le commandement, c'est-à-dire d'être plus élevée que le terrain parcouru par l'ennemi pour accéder jusqu'à la position occupée. Cette condition se justifie sans qu'il soit besoin d'insister. Il faut même pour que la position soit bonne que dans le rayon de la portée efficace des armes, c'est-à-dire de 3000 à 3500$^{m}$., l'ennemi n'ait pas d'emplacements favorables à l'établissement de son artillerie et au même niveau ou à un niveau supérieur à celui de la position.

Supposons cette condition remplie. Quelles seront les conditions d'établissement de notre retranchement?

Nous avons vu que ce qui importait le plus à une bonne défense, c'était un champ de tir bien dégagé, bien battu par les feux du retranchement. Indépendamment des obstacles à la vue que peut présenter le terrain en avant, obstacles tels que cultures, bois, maisons qu'on s'efforcera de faire disparaître au moins en partie, la forme même du terrain imposera pour la ligne fortifiée un certain emplacement.

La forme du terrain sera en effet généralement en coupe celle-ci: à la partie moyenne une pente d'un indice variable suivant les terrains, raccordée avec la partie supérieure du plateau par une pente beaucoup moins raide et s'étendant généralement sur un espace moins considérable. Si le retranchement était placé sur le sommet du plateau au point le plus haut, toute la pente serait en angle mort. Il est nécessaire d'occuper ce que l'on appelle la crête militaire, c'est-à-dire le raccordement des deux pentes dont nous venons de parler et où le défenseur pourra découvrir tout le terrain en avant jusqu'au fond de la vallée. Voilà pour l'emplacement. Quel sera maintenant le tracé?

Tant que la crête militaire sera rectiligne nous n'avons pas de raisons pour ne pas rester fidèles au principe que nous avons adopté du tracé rectiligne. Mais généralement nous aurons une série d'ondulations, dont quelques unes même pourront être très accentuées.

Supposons que la direction de la crête militaire sensiblement rectiligne soit coupée par un ravin prononcé ou une vallée d'une certaine largeur. Si

on prolongeait le retranchement en ligne droite, d'abord on pourrait se trouver très gêné pour l'installation des défenseurs, si la pente des flancs de la vallée est un peu forte. En second lieu, pour forcer la ligne, l'ennemi s'adresserait évidemment au point bas, ce qui lui éviterait la peine de gravir les pentes sous le feu. Il faut donc se refuser un peu et on trace dans ce cas ce qu'on appelle une ligne à cremaillère. On s'arrange de façon à ce que dans ce tracé l'arête du terrain protège autant que possible contre l'enfilade et à cet effet on descend immédiatement en dessous de l'horizontale du point de départ qui est pris sur cette crête.

Dans l'exemple que nous venons de citer la crête militaire se refusait en arrière de sa direction générale. Mais il se présentera fréquemment aussi des saillies en avant de cette direction et ces saillies obligeront à des angles. On s'arrangera pour que les côtés de l'angle ne soient pas enfilables et on fera au lieu de l'angle aigu un pan coupé aussi grand qu'il sera possible pour découvrir l'arrondissement du saillant.

Ces quelques données suffisent pour faire comprendre comment se dispose sur le terrain une ligne continue d'une certaine étendue.

Nous n'avons parlé que du tracé: le profil sera l'un quelconque de ceux que nous avons indiqués. Tous peuvent être employés, et le choix qu'on en fera dépendra du temps dont on dispose.

Celui qu'on aura le plus souvent occasion d'utiliser à la guerre, c'est la tranchée-abri et tout ce que nous venons de dire s'applique à son établissement.

Nous avons supposé jusqu'ici que le tracé formait une ligne continue. Mais cette continuité même offre certains inconvénients. — Les lignes continues tombent très facilement dès qu'elles sont forcées en un point; elles ne se prêtent nullement à l'offensive, même avec des profils improvisés car elles paralysent encore sur le champ de bataille les mouvements de l'Artillerie et de la Cavalerie. Elles ne sont donc employées que sur un faible développement pour défendre des positions de peu d'étendue.

Généralement, les positions sont occupées par ce qu'on a appelé des lignes à intervalle, c'est-à-dire par des séries de retranchements limités,

susceptibles d'une certaine défense propre et auxquels on donne le nom d'ouvrages.

Ces ouvrages sont de forme variable. La plus généralement employée, surtout lorsque ces ouvrages sont ouverts à la gorge, est la forme de lunette, composée de deux faces et de deux flancs. Comme ouvrage fermé, on utilise la redoute carrée, et c'est de cette forme que les Turcs se sont particulièrement servi à Plewna. Lorsqu'on employait des lunettes pour constituer une ligne, on les disposait autrefois comme les redans de la ligne continue que nous avons décrite tout à l'heure, de manière à se flanquer réciproquement.

Les saillants étaient éloignés à une distance telle que les défenseurs placés sur la face de l'une des lunettes eussent action par leur fusil sur les assaillants de la lunette opposée. On prenait généralement un écartement de 250$^m$ à 300$^m$, plutôt moins que plus, s'il ne devait pas exister d'autres ouvrages en arrière. Les flancs étaient ensuite inclinés un peu plus de manière à bien battre tout ce qui tenterait de se glisser dans les intervalles, mais de façon cependant que le tireur placé sur un flanc et tirant normalement à la crête ne fût pas amené à envoyer ses balles sur l'ouvrage voisin. En même temps, la seule condition qu'on s'imposait, était que l'angle saillant fût plus grand que 60°.

Nous en avons dit assez sur l'effet actuel du feu pour faire comprendre que cet angle limite est beaucoup trop faible. Il y a dans ce cas un secteur privé de feux sur le saillant, là précisement où se portera l'attaque de l'ennemi, et la défense peut s'y trouver comprise.

On en a eu un exemple frappant à la bataille de la Tchernaia dans la guerre de Crimée en 1855. Les zouaves défendaient au pont de Tracktir une lunette dont l'angle saillant était aigu. Instinctivement en voyant les progrès de la marche de leurs adversaires, ils se pelotonnèrent vers le saillant et il en résulta un encombrement tel qu'ils ne pouvaient même faire usage de leurs armes.

Aujourd'hui nous chercherons à n'avoir aucun angle saillant moindre de 120°; en bien des cas même, nous pourrons ouvrir l'angle jusqu'à la ligne droite, et la forme qu'on obtient ainsi s'appelle une demi-redoute. Cependant on n'hésitera pas à faire des angles un peu plus petits pour battre convenablement le terrain. Quant à la distance entre ces ouvrages,

la portée des armes permet de l'augmenter dans de notables proportions.

D'après ce que nous avons vu, la fusillade produit à des distances de 5 au 600$^m$. sur des colonnes de troupes des effets aussi meurtriers que la mitraille, si donc on sépare ces ouvrages par des intervalles de 800 à 1,200 mètres, ces ouvrages ne se flanqueront plus réciproquement, mais il sera impossible à une troupe de forcer leurs intervalles sans s'exposer à être détruite.

Ainsi, en terrain plan, nous pouvons éloigner les lunettes ou les demi-redoutes qui servent de points d'appui à notre ligne de 800 à 1200 mètres. Mais on comprend que dans ces conditions, ces redoutes ainsi isolées ont besoin d'une organisation particulière.

Tout d'abord convient-il d'y mettre de l'Artillerie ?

La présence de l'Artillerie dans les ouvrages a plusieurs inconvénients. En premier lieu, cette Artillerie oblige à modifier le relief, sur les points où elle se trouve, si on la fait reposer directement sur le sol, ce qui est généralement la plus commode. Elle exige en effet que la volée de la pièce déborde sur le massif qui la protège, ce qui limite cette hauteur qu'on appelle hauteur de genouillère à 0$^m$.80. D'où complication dans la construction et affaiblissement du parapet en ces points.

Si l'on veut conserver du parapet tout ce qu'on peut, il faut alors l'entailler et y faire ce qu'on nomme une embrasure. Mais alors le champ de tir est limité forcément par les jours de l'embrasure et si les projectiles ennemis viennent à les atteindre, ils mettront la pièce dans l'impossibilité de tirer jusqu'à ce que l'embrasure soit réparée, travail toujours long et qui peut même être impossible sous le feu.

Enfin, si l'on désire ne pas entailler le parapet, il faut élever la plate-forme de la pièce jusqu'à 0.80 au dessous de la crête, ce qui exige un cube de terre considérable et des précautions minutieuses pour que la terre soit bien damée et la plate-forme suffisamment résistante, et généralement le temps fera défaut pour ces travaux sur un champ de bataille.

Pour ces diverses raisons, il est généralement admis qu'on ne placera pas d'artillerie dans les ouvrages dont la défense sera exclusivement confiée à la Mousqueterie. L'artillerie sera réunie en batteries dans les

intervalles et mise en arrière de manière à recevoir une protection efficace. Dans cette position, les pièces et leurs servants seront protégés par un léger remblai, et des rigoles seront ménagées de part et d'autre des plates-formes, permettant aux servants d'y descendre pour y trouver une protection que le faible relief du bourrelet, 0,80 en dessus de la plate-forme, ne leur assurerait que d'une manière imparfaite.

---

# 4e Leçon.

Nous avons vu dans la précédente leçon que les ouvrages formant une ligne à intervalles pouvaient sans inconvénient aujourd'hui être éloignés de 800 à 1,000m et nous avons donné les raisons qui engageaient à ne défendre ces ouvrages que par l'Infanterie et à concentrer l'Artillerie en batteries placées dans les intervalles et un peu en arrière afin d'être protégées par ceux-ci.

Dans certaines circonstances, très fréquentes d'ailleurs, il sera cependant nécessaire d'avoir son Artillerie ou du moins une partie de celle-ci sur la ligne même des ouvrages, de manière à bien découvrir le terrain. On la réunira alors en batteries plus ou moins importantes, sur les points favorables et on l'encadrera d'ouvrages qui lui serviront d'appui. Le faible relief des retranchements, ainsi que celui des petits bourrelets de terre avec lesquels l'Artillerie en position protègera toujours ses servants, paraîtra de loin former une ligne continue peu distincte et l'Artillerie ennemie sera conduite à disperser son tir.

On formera donc ainsi des groupes d'ouvrages et de batteries, qui seront les pivots de la résistance sur le champ de bataille. Ces groupes ayant un certain développement de front de 4 à 500m. en moyenne et une solidité propre, leur écartement pourra être augmenté encore et porté jusqu'à 1,500m ou 2,000. D'ailleurs l'augmentation de l'écartement est encore imposée ici par cette nécessité que le travail à faire ne dépasse pas les ressources de la troupe chargée de défendre un espace déterminé.

Jusqu'ici nous avons admis que nos ouvrages étaient ouverts à la gorge. Avec les augmentations d'intervalle auxquels nous arrivons,

cette disposition pourrait être périlleuse. Il suffirait dans ce cas qu'un parti ennemi, à la faveur de quelques couverts, gagnât assez de terrain pour prendre les défenseurs à dos ou même seulement en inspirât la crainte pour que ceux-ci ne se croyant plus en sûreté abandonnassent peut-être prématurément la défense.

Les ouvrages de champ de bataille peuvent être mi-fermés, c'est-à-dire offrir à la gorge certains obstacles capables d'arrêter l'ennemi, certaines défenses accessoires ou quelques terrassements légers, mais permettant à l'Artillerie de la défense placée en seconde ligne son entière action, sur l'intérieur de l'ouvrage de manière à le rendre intenable pour l'assaillant qui s'en serait emparé.

Ils peuvent être fermés complètement de manière que la défense s'y puisse faire à outrance, même s'ils sont complètement entourés.

On choisira l'un ou l'autre mode suivant les cas.

Avant d'examiner d'un peu plus près l'organisation de ces ouvrages, disons quelques mots sur la manière dont on fixe leurs dimensions.

Ces ouvrages sont généralement faits pour des fractions constituées et entières, telles que 1, 2 ou 3 compagnies: on va même rarement jusqu'à ce dernier chiffre.

On admet aujourd'hui que pour une bonne défense l'effectif doit être calculé à raison de deux fusils par mètre de crête. Cet effectif est alors suffisant pour comprendre la réserve qu'il faut toujours se ménager et garder à l'abri pour les besoins imprévus.

Une compagnie d'Infanterie présentant 200 fusils en ligne d'une manière normale, il en résulte que par Compagnie de garnison nous compterons 100$^{m}$ de développement de crête.

Si l'ouvrage est mi-fermé, c'est-à-dire si la gorge est trop faible pour pouvoir être d'une défense simultanée avec celle des autres faces qu'elle ne couvrirait pas et ne garantirait pas des coups de revers, il n'est pas besoin de faire intervenir la gorge dans le compte des crêtes.

Si l'ouvrage est fermé complètement, la gorge sera toujours moins exposée et nous ne pourrons la faire entrer dans le compte de la garnison de défense qu'à raison d'un homme par mètre courant.

Ainsi nous pourrions avoir en ouvrages mi-fermés les dimensions suivantes :

Pour une Compagnie : { chaque face 35^m. / chaque flanc 15^m.

Si on emploie le profil du retranchement rapide qui exige de 4 à 5 hommes par mètre courant, il faudra 500 hommes au plus pour sa construction qui pourra être achevée en 5 à 6 heures.

Pour deux compagnies les dimensions seraient doubles ; généralement on ne dépassera pas un front de 150^m. et par conséquent on ferait 2 ouvrages s'il fallait abriter plus de 2 Compagnies.

Pour les ouvrages fermés, l'ouvrage d'une Compagnie pourrait avoir les dimensions suivantes :

face.........35^m.
flancs.......20^m.
Gorge........50^m.

Les flancs doivent avoir au moins 20^m. à cause des fossés intérieurs des parapets. Mais avec ces dimensions les angles de tête sont plus petits que 120°. — Cet ouvrage est un peu petit.

Pour deux Compagnies, la forme serait de beaucoup préférable et pourrait être constituée ainsi :

Chacune des faces faisant un angle de 120°...... 40^m.
Chaque flanc ................ 30^m.
Gorge ...................... 120^m.

Pour 3 Compagnies les dimensions seraient également très faciles à trouver, mais l'ouvrage commencerait déjà à être un peu grand.

Quant à l'organisation complète de chacun des types que nous venons d'indiquer, ouvrages mi-fermés ou ouvrages fermés, elle se bornera le plus souvent sur le champ de bataille à très peu de choses en dehors de la construction des parapets et de quelques légères dispositions pour la fermeture des gorges. On préfèrera généralement, si un engagement est imminent, se borner à ce qui est absolument indispensable pour épargner la fatigue des troupes.

Dans les ouvrages mi-fermés, on se contentera de faire à la gorge une simple tranchée dont les terres formeront parados, et où une partie des défenseurs trouvera un assez bon abri.

En avant on disposera quelques abatis ou réseaux de fil de fer.

Mais ce qui importera le plus, ce par quoi il faudra commencer, c'est dégager le champ de tir. Voilà le point essentiel.

Des abris pour les troupes à l'intérieur des ouvrages, des parados bien organisés pour la gorge, et toutes autres améliorations analogues, ne sont guère possibles que sur des positions occupées quelque temps. Elles prennent alors un caractère demi-permanent, et nous aurons occasion plus tard de voir comment elles peuvent s'effectuer.

Nous n'avons parlé jusqu'ici que des défenses qu'il était possible de créer de toutes pièces sur une position. Mais il existe toujours sur le sol certains accidents naturels qu'on est amené à comprendre dans une ligne de combat, et les plus importants sont les villages et les bois.

Nous ne pouvons examiner ici en détail comment les groupes de construction, les fermes, les villages, peuvent être rapidement organisés pour rendre les grands services qu'on est en droit d'en attendre sur un champ de bataille. Certaines instructions spéciales que tous les officiers doivent lire, et notamment celle sur le service en campagne de l'Infanterie, indiquent certains détails d'exécution qu'il est indispensable de connaître. Quelques points cependant méritent de retenir un peu notre attention.

L'histoire militaire nous montre à chaque page le rôle considérable que les villages, ou même de simples fermes, ont joué dans les combats. Cette efficacité provient du peu d'action de l'Artillerie sur ce mode d'abris et elle est due à deux causes; l'une provient du genre de projectiles dont se sert actuellement l'Artillerie; l'autre de la situation topographique des villages et de leur configuration ordinaire.

Actuellement lorsqu'un projectile de campagne armé, comme dans toutes les Artilleries, d'une fusée percutante, rencontre un mur de peu d'épaisseur et qu'il est encore animé d'une vitesse suffisante, il fait un trou dans le mur et n'éclate qu'après l'avoir traversé. L'effet sur le mur

n'est donc pas différent de celui d'un projectile non explosif : mais les éclats, après l'explosion, n'ont plus qu'une vitesse insuffisante pour percer une 2e paroi tant soit peu résistante. Il en résulte que si l'on prend la précaution d'abriter les troupes derrière les constructions de façon que deux parois résistantes, deux murs, soient interposées entre l'Artillerie ennemie et ces troupes, celles-ci ne courront aucun danger.

On a eu de nombreux exemples de ce fait dans la guerre de 1870 ; dans un bombardement de village, celui du Bourget le 28 Octobre, 18 pièces de canon tirèrent sans relâche depuis midi jusqu'à 5 heures du soir, ne causèrent cependant que quelques blessures légères aux nombreuses troupes qui s'y trouvaient.

Lorsqu'à la suite d'un tel bombardement l'ennemi s'approche du village pour l'emporter, il est obligé pour épargner ses propres troupes de suspendre ou d'allonger son tir. Il est donc possible à ce moment de venir occuper la lisière extérieure qui a été organisée défensivement et que l'Artillerie ennemie n'a jamais pu ruiner complètement sur une grande étendue.

En tirant sur un simple mur de clôture en effet, aux distances habituelles 1,500 à 2,000m. on arrive assez rapidement à le percer, à le denteler, mais pour le raser et faire disparaître les couverts qu'il peut présenter, il faudrait une dépense énorme de projectiles.

La seconde raison qui contribue à donner peu d'efficacité aux feux de l'Artillerie, est tirée de la situation topographique des villages. Généralement ceux-ci sont dans un fond ou dans un pli de terrain qui les masque. L'artillerie ennemie ne voit souvent que quelques toits, perdus au milieu de bouquets de bois et toutes ces causes restreignent les coups réellement dangereux à quelques directions peu étendues.

Par ce que nous venons de dire des effets de l'Artillerie, on voit donc que l'on aura avantage, tout en cherchant à éloigner le plus possible l'ennemi de la lisière extérieure formée généralement de haies, murs et clôtures de diverses natures, à former en arrière une 2e ligne de défense avec les maisons et à engager le plus possible son adversaire dans la guerre de rues où celui qui est bien posté a des avantages considérables puisqu'il n'a rien à craindre du canon.

Quant aux bois, qui peuvent être aussi d'un grand secours pour la défense, dans certaines occasions, leurs propriétés défensives tiennent

surtout à ce qu'ils présentent les éléments d'une défense accessoire très efficace, les abatis, et qu'ils masquent à la vue le groupement des forces qui les occupent. On défendra d'abord leur lisière, mais si l'ennemi arrive à l'enlever, c'est au courage individuel du soldat et à l'organisation d'un bon système de communications à l'intérieur qu'il faudra surtout s'adresser pour refouler l'ennemi.

Tous les éléments que nous avons étudiés jusqu'ici sont utilisés pour former les points défensifs d'un champ de bataille. Il nous faut maintenant examiner comment ils se combinent en cette circonstance et en déduire quelques règles qui puissent nous guider dans l'application.

Pour faciliter l'exposition nous allons prendre un exemple déterminé sur un terrain simple des environs de Paris, en faisant abstraction des fortifications qui peuvent y exister.

Admettons que notre armée occupe la ligne de la Marne des environs de Meaux jusqu'à la Seine et que l'armée ennemie arrive dans la direction du sud par les routes qui traversent la forêt de Sénart ou celle d'Armainvilliers et celles intermédiaires comme la grande route de Brie-Comte Robert. Notre ligne de communication passe par Pontoise, c'est-à-dire dans la direction de notre aile droite, de telle sorte qu'il y a à craindre que l'ennemi ne force la basse Marne, et ne nous fasse perdre du coup la ligne de la Marne, car il se sera porté sur notre ligne de communications.

Pour parer à cette éventualité et surveiller les mouvements de l'ennemi des forces importantes ont été jetées en avant de la Marne sur le plateau de la Brie entre la forêt d'Armainvilliers et celle de Sénart, mais cette force se trouve en présence de forces qu'elle juge supérieures.

Quel parti va-t-elle prendre ?

Ce qu'elle doit défendre, avons-nous dit, c'est la basse Marne et le point le plus important dans cette direction c'est le passage de Charenton. Depuis Chelles en effet jusqu'à ce point, la Marne se prêterait peu à un passage de vive force de la rive gauche sur la rive

droite, en présence surtout de nos forces de la rive droite.

Pour couvrir le confluent des deux rivières, nous pourrions à la rigueur chercher à garder pied sur le plateau de la Brie et nous y défendre, peut-être avec succès, grâce aux bois importants qui s'y trouvent. Mais deux raisons dans l'hypothèse que nous considérons peuvent nous engager à renoncer à cette solution.

En premier lieu, on peut remarquer sur la carte le relief considérable qui de Villeneuve S^t Georges va se joindre vers Chenevières et Champigny, à la boucle de la Marne.

Si nos forces sur le plateau se trouvaient hors d'état de résister, elles auraient à descendre ces pentes en face de leur adversaire et à parcourir sous son feu une plaine basse et sans obstacle ; il y aurait à craindre dans ce cas que la retraite ne dégénérât en déroute et que l'ennemi n'arrivât assez facilement jusqu'à la Marne dont il pourrait peut-être alors forcer aisément le passage.

Mais il est encore une autre raison qui nous engagera à abandonner le plateau et celle-là dépend de notre hypothèse générale.

Nous avons dit que notre armée gardait la ligne de la Marne, de Meaux à la Seine. Il est évident qu'on ne doit pas défendre un cours d'eau en se limitant exclusivement à la rive amie. Si on peut espérer tirer d'un obstacle passif un certain bénéfice momentané, il est très facile à l'adversaire de vous obliger par des manoeuvres, par des démonstrations à étendre votre ligne, à vous affaiblir quelque part, ce qui lui donne le moyen de tenter, et 9 fois sur 10, de réussir le passage. L'histoire des guerres de la République nous montre que toutes les fois qu'on a voulu franchir le Rhin, on a réussi même en présence d'une armée ; dernièrement encore vous avez pu constater que le Danube n'avait pas arrêté les Russes bien qu'il eût 2 Kil de large. On n'occupera donc jamais une ligne comme la Marne sans avoir sur la rive opposée un certain nombre de points solidement défendus formant tête de pont et permettant de déboucher sur cette rive et de prendre en flanc l'ennemi embarrassé dans ses opérations de passage de rivière. Ces têtes de pont seront même une des applications les plus usuelles de la fortification. Ainsi depuis Meaux jusqu'à

Chelles notre armée a un certain nombre de ponts sur la Marne et peut déboucher sur les plateaux. Tout mouvement qu'elle fera par l'aile gauche va la porter sur le flanc droit de son adversaire, s'il n'y est pas suffisamment préparé ; et plus celui-ci sera profondément engagé vis-à-vis de notre aile droite, plus ce mouvement débordant vers notre gauche aura de chances de succès.

Nous avons donc avantage à nous refuser le long de la Seine, à descendre les plateaux, à chercher notre position défensive entre les collines dont nous avons parlé et le point que nous voulons couvrir et cela pour deux raisons :

1° Une raison tirée de la topographie des lieux.

2° Une raison d'ordre plus général se rattachant à l'ensemble des opérations.

Cette discussion donne une idée des divers ordres de considérations dont on a à tenir compte dans le choix des positions. Ce choix n'est jamais que la résultante de différents éléments dont l'importance n'a rien d'absolu ni de mathématiquement appréciable. Aussi est-ce une qualité de savoir reconnaître ce qui dans ces divers éléments est à considérer tout d'abord et ce qu'il faut négliger.

Les considérations qui précèdent ont pour objet de donner une idée des motifs qui peuvent déterminer dans le choix d'une position. Elles ne sont pas d'ailleurs dans le cas qui nous occupe, à l'abri de toute critique, mais elles ont l'avantage de nous amener sur un terrain facile, compris dans l'étendue des cartes que nous possédons et c'est pour cette raison qu'on s'y est arrêté.

L'indication générale de la position appartient au Commandant en chef ; mais où notre rôle commence c'est dans la détermination précise de la ligne à occuper et qui doit être située dans les limites du terrain qui nous est assigné.

Examinons ce terrain.

Tout d'abord nous voyons qu'il est bordé par deux rivières. Cette condition est avantageuse pour notre établissement, parce que nous avons ainsi la certitude qu'en détruisant les ponts et avec un peu de surveillance nous déjouerons, au moins dans les premiers moments, les

mouvements de l'ennemi qui tenterait de nous tourner.

Du côté de la Marne nous n'avons rien à craindre ; la boucle de la Marne où l'ennemi pourrait chercher à s'engager est facilement défendable par quelques postes. D'ailleurs c'est de ce côté que se trouve le gros de notre armée.

Quant à la Seine, si elle forme un obstacle pour des mouvements effectifs de l'ennemi, elle n'est pas suffisante pour empêcher de l'Artillerie légère de venir s'installer sur les collines de la rive gauche ou au pied de celles-ci et de prendre à revers l'installation que nous pourrons faire dans la plaine de la rive droite. Cette éventualité doit donc entrer aussi dans nos prévisions ; mais le gros de l'armée ennemie venant du sud sur la rive droite, il n'est pas présumable que nous ayons affaire, tout d'abord, à un Corps très-important de ce côté et vraisemblablement ce sera seulement de la Cavalerie avec de l'artillerie légère.

Ainsi la Marne et la Seine sont pour nos ailes une protection efficace.

Examinons maintenant le terrain entre ces deux rivières.

Son aspect général est celui d'une plaine à peine ondulée sur presque toute son étendue, mais qui présente à sa partie orientale un mouvement de terrain assez accusé et bordant la Marne. L'extrémité sud de ce mouvement élevée de 35 à 40$^{m}$ sur la plaine porte le nom de Montmesly. C'est le point le plus élevé de cette petite colline qui se prolonge à un niveau inférieur par Creteil et porte la route de Bâle. A l'extrémité Nord, cette petite colline descend de plus en plus et va en s'épanouissant jusqu'au village de Maisons-Alfort. C'est à peine si quelques hachures peu visibles accusent, surtout vers le Nord, les mouvements de terrain dont on vient de parler mais la carte dont nous disposons ici est à petite échelle $\frac{1}{80,000}$ et nous ne pouvons pas négliger ses moindres indications lorsqu'on songe à ce que serait à cette échelle la taille de l'homme et c'est celle-ci qui entre en jeu par rapport au relief du terrain. La carte d'Etat-major est la seule dont on dispose pour presque toute la France ; généralement on n'en aura pas d'autre en campagne, et il est bon de constater comment il est encore possible d'en tirer

parti.

La contexture générale de ce terrain entre Seine et Marne en avant des collines de la Brie nous montre donc que celui qui occupe le point culminant du Montmesly, est en même temps maître de la presque totalité de la plaine entre Seine et Marne qu'il peut battre efficacement de ce point avec son canon dans toutes les directions. Le Mont-Mesly est donc la clef de notre position et c'est sur lui que nous devrons concentrer surtout nos moyens défensifs.

De plus pour la surveillance de la rive gauche de la Seine, nous avons avantage à conserver le plus longtemps que nous le pourrons, le pont de Choisy. Notre ligne de combat devra donc passer en aval de Choisy pour s'y appuyer à la Seine et nous nous tiendrons aussi éloignés que possible pour cet objet des belles positions d'Artillerie que l'ennemi peut trouver sur la ligne : Villeneuve St Georges, Limeil, Boissy-St Léger.

Telles sont les indications générales qu'il est possible de déduire de l'examen de la carte au $\frac{1}{80,000}$. Pour décider exactement le mode d'occupation, il est de toute nécessité de se porter sur le terrain, et d'arrêter sur place les dispositions définitives à adopter. Si exact que puisse être un plan, on conçoit facilement que lorsqu'il s'agit d'établir par exemple une tranchée-abri dont le relief n'est que de 0m60 il n'y a que l'examen du sol qui puisse faire voir si le tracé adopté bat bien exactement le terrain en avant et nous avons vu que c'était là la principale préoccupation à avoir.

Sur le terrain nous reconnaîtrons ceci par exemple :

La hauteur de Montmesly offre à la partie supérieure un plateau étroit en forme de poire d'une largeur moyenne de 180 à 200m au plus et d'une longueur de 500m environ. C'est donc le petit côté qui se présente face à l'ennemi.

Nous ne pouvons songer à occuper un front aussi étroit que par un seul ouvrage, et nous remarquerons que l'importance de la position devant en faire le point de mire de toute l'Artillerie ennemie, nous avons intérêt à reculer notre occupation principale le plus que nous pourrons. En nous plaçant à l'extrémité Nord du plateau, cet ouvrage qui

pourra être organisé pour 2 Compagnies ne verra que les pentes latérales, il est vrai, et nous serons obligés de les défendre autrement, mais il aura en avant de lui une partie plane de 3 à 400$^{m.}$ au moins sur laquelle l'action du fusil des défenseurs pourra s'exercer sans obstacles.

Cet ouvrage ainsi reculé forme le réduit de la position. Il est très important et devra être complètement fermé.

Pour défendre les abords mêmes du plateau nous occuperons les pentes par une série de tranchées étagées. Nous en placerons une d'abord bordant la crête militaire vers le Sud et à peu près parallèle à la route qui embranche les deux routes de Bâle et celle qui va de cette route au carrefour Pompadour. Cette tranchée sera prolongée sur les pentes à droite et à gauche. Le pied des pentes du côté du Sud pourra être battu par une tranchée qui nous sera fournie presque toute faite par les fossés de la route de Bâle et de celle qui va de Bonneuil au carrefour Pompadour. Entre les deux, nous pourrons même grâce à la différence d'altitude en placer encore une autre séparant par moitié l'intervalle des deux précédentes. Ce procédé des tranchées étagées a été appliqué avec succès à la gauche de l'armée à la bataille de S$^{t}$ Privat. Les Turcs en ont fait grand usage à Plevna.

Les batteries d'Artillerie chercheront sur les pentes à peu près à hauteur de notre ouvrage principal des positions favorables pour battre le terrain en avant.

Pour défendre la plaine jusqu'à la Seine nous occuperons une ligne assez éloignée pour n'avoir que peu à redouter l'action de l'Artillerie des hauteurs de Limeil.

En venant aboutir à hauteur de la partie Sud du village de Choisy et en nous repliant vers le Nord jusqu'à 300 ou 400 mètres du carrefour Pompadour nous serons à une distance moyenne d'au moins 3,500$^{m}$ des points dangereux, ce qui peut suffire.

Nous placerons sur le bord de la Seine une forte batterie encadrée dans deux ouvrages de Compagnie que nous organiserons seulement mi-fermés. Une autre forte batterie serait placée au centre de l'espace entre le Mont Mesly et la Seine, à cheval sur la route de Lyon, et celle-ci aurait pour mission surtout de battre tout le terrain sur la gauche du

couvert formé par les arbres et le groupe de la ferme de l'hopital. Cette batterie serait également appuyée par deux lunettes de Compagnie avec gorge à 1/2 fermée.

La ligne de combat sera donc formée :

1° Par une occupation solide du Mont-Mesly comportant un seul ouvrage et des séries de tranchées-abri ;

2° Par deux ouvrages occupant à 300m. environ l'un de l'autre le terrain situé à 400m. en avant du carrefour Pompadour ;

3° Par deux ouvrages analogues sur la partie haute des berges qui encadrent la Seine.

Et ces divers ouvrages serviront d'appui à une partie de l'Artillerie disponible, laquelle pourra être renforcée par d'autres batteries placées en arrière de leurs intervalles et couvertes par de légers épaulements.

Les ouvrages et particulièrement la position de Montmesly, seront renforcés autant qu'on le pourra par des abatis ou autres défenses accessoires. Ainsi au sud de Bonneuil s'étend un marais qui va de la route de Bâle à celle d'Ormesson ; c'est déjà un obstacle. Si nous abattons les arbres du parc à l'ouest des constructions de Bonneuil et que nous les entremêlions convenablement, nous aurons augmenté considérablement les difficultés de l'attaque sur notre gauche. En outre les routes dans cette région sont presque toutes bordées d'arbres, nous les abattrons le plus loin que nous pourrons pour dégager notre vue et en même temps nous disposerons ces abatis comme obstacles en face des fossés de la route que nous avons organisés en tranchée-abri.

Mais en avant de notre ligne principale, à environ 1200m., se trouve un groupe de maisons et d'arbres qu'il nous serait difficile de faire disparaître, celui des fermes de l'hopital et de la Tour. Il en est de même du village de Bonneuil.

Nous serons conduits à les occuper et à les défendre. Nous y trouverons l'avantage de diviser dès le début les efforts de l'ennemi, de le retarder dans sa marche sur notre position principale. La défense de ces points avec l'appui rapproché de notre forte organisation en arrière est encore assez facile et nous forçons l'adversaire à engager prématurément

et à épuiser ses ressources. S'il s'empare de ces points il va se trouver surtout pour la ferme de l'hopital, sous le feu convergent de toute notre Artillerie et son maintien peut lui être difficile.

Enfin, il faut tout prévoir; il se peut que malgré nos efforts nous soyons repoussés en arrière de notre position principale. La prudence exige que nous organisions quelques points d'appui solides sur notre ligne de retraite pour éviter que la poursuite ne puisse dégénérer en désastre et que nous ne soyons acculés sur nos ponts de Charenton. A cet effet on organisera défensivement les villages de Créteil et de Maisons.

Ainsi nous sommes conduits pour tous ces motifs à occuper 3 ordres successifs de positions:

1° Des postes avancés plus ou moins multipliés destinés à user les efforts de l'ennemi et dont la perte n'ait pas cependant pour nous de conséquences trop considérables. On donne quelquefois à la ligne de ces postes le nom d'avant-ligne.

2° Une ligne principale comprenant l'occupation des points décisifs de la position, ceux dont la perte oblige à la retraite.

3° Des positions de retraite destinées à rompre la poursuite en cas d'échec.

L'étude que nous poursuivons n'est pas encore complète par ce que nous venons de dire.

Nous avons déjà reconnu à maintes reprises la difficulté que rencontre aujourd'hui l'attaque de front d'une position convenablement fortifiée. On sera donc presque toujours tenté, en face d'un adversaire retranché, de tourner ses ailes.

Nous avons remarqué qu'un mouvement tournant par notre gauche était peu à craindre par la nature du terrain d'abord, puis par ce fait, qu'un tel mouvement ne serait pas en réalité un mouvement tournant puisque nos forces s'échelonnent sur la rive droite de la Marne. Mais du côté de la Seine, il n'en est plus de même et si l'ennemi arrivait à installer quelques pièces sur les collines entre Choisy et Vitry, il pourrait en prenant notre position principale à revers nous forcer à l'évacuer.

Cette grave éventualité ne saurait être négligée et des précautions

devront être prises pour y parer.

Il est probable tout d'abord que l'ennemi n'aventurera pas de prime-abord de ce côté des forces considérables, sans qu'on en soit prévenu à temps par les reconnaissances. Notre cavalerie sera donc chargée de la surveillance. Pour la soutenir et la recueillir si elle est trop vivement pressée, on occupera solidement un point, tel que le coude de la route de Versailles et on y placera un ouvrage pour une Compagnie. Une autre Compagnie organisera défensivement les murs extérieurs de Thiais et les 2 autres Compagnies du même bataillon occuperont Choisy-le-Roi. Grâce à cette occupation le pont de Choisy peut être conservé, mais on préparera en tous cas les moyens de le faire sauter. Si des forces sérieuses se présentent, ce pont permettra d'amener des renforts, pendant que d'autres réserves déboucheraient sur le plateau de Villejuif par le pont d'Alfort.

Il est très possible que des mouvements analogues à ceux qu'on signale, soient aujourd'hui plus fréquents que par le passé, en raison même des difficultés d'attaque des positions fortifiées. L'examen attentif de ce qui s'est passé dans les dernières campagnes nous montre en effet qu'on sera souvent amené à manœuvrer pour débusquer son adversaire, s'il est retranché, et le forcer à accepter la bataille dans des conditions auxquelles il sera moins bien préparé.

Que va-t-il se passer en effet sur notre terrain entre Seine et Marne?

Nous supposerons d'abord que nous disposons de l'effectif nécessaire pour une bonne défense. On admet que sur une position de force moyenne comme celle que nous avons choisie, il suffit de 4 à 5 hommes par mètre courant de front. La longueur de la ligne occupée entre Seine et Marne est à peu près de 6000.m Avec 30,000 hommes nous pouvons donc tenir cette ligne, c'est la force d'un Corps d'armée sur le pied de guerre et cette force est suffisante pour exécuter les travaux que nous indiquions et qui n'exigeraient guère que le travail de 5000 hommes pendant 6 heures.

Grâce à cet effectif nous tenons notre position victorieusement; mais l'ennemi qui n'a pas réussi à nous déloger, n'est cependant pas assez affaibli pour abandonner la magnifique position défensive de Villeneuve-Sucy qui s'élève en face de nous, et qui forme le défaut capital de celle

que nous avons choisie. Ainsi les deux adversaires vont le second jour se retrouver en présence dans les mêmes conditions. Ils vont chercher l'un et l'autre à déloger leur adversaire par quelque stratagème, mais pour couvrir leurs mouvements, empêcher l'ennemi de se dégarnir, ils seront obligés de recommencer encore le combat, et nous voici amenés à cette conséquence que les batailles de plusieurs jours sur le même terrain seront bien plus fréquentes que par le passé; on peut même dire qu'elles seront la règle.

Dans le cas qui nous occupe notre ennemi, qui a la supériorité numérique, pourra employer la nuit de la bataille ou même le lendemain à lancer un Corps un peu important sur la rive gauche de la Seine pour essayer de prendre en flanc notre ligne principale qu'il ne peut forcer de front. Si nous le laissons faire, il est clair que le bataillon que nous avons placé à Choisy est forcé de se replier et du même coup nous voilà obligés d'évacuer notre position principale.

Mais au lieu de cette hypothèse, imaginons que nous puissions amener 5 ou 6 heures avant l'engagement une force seulement moitié moindre de celle qui nous menace de ce côté. Grâce aux outils dont les troupes sont munies, nous sommes en mesure, en nous appuyant sur l'occupation que nous avons déjà entreprise à tout hasard, d'occuper la ligne Thiais-Chevilly par exemple. Pour éviter les retranchements défendus par le fusil à tir rapide, l'ennemi va donc encore se trouver rejeté dans un mouvement excentrique qui le forcera à amincir sa ligne et à se fortifier à son tour s'il ne veut risquer un échec grave.

La guerre d'Amérique a présenté un exemple frappant de ces conséquences inévitables (Col Pierron, École militaire Supre.). En 1864, le Général Nordiste Sherman avec 100.000 hommes se trouvait en face de Johnston général confédéré qui n'en avait que 50,000; mais qui était retranché dans une forte position à Atlanta. Sherman résolut pour la faire tomber de couper les communications ferrées très nombreuses qui faisaient la force de son adversaire. A cet effet il déboucha d'une tête de pont qu'il s'était ménagée sur la rivière de Chattahooche et envoya vers sa gauche couper les voies ferrées par un raid de Cavalerie. Puis il entreprit par sa droite une marche de flanc. Le premier jour, il s'avança

de quelques Kilomètres seulement et se fortifia sur son front. Le 2e jour, dégarnissant sa position, qui grâce à sa fortification était hors de danger, il gagna encore un peu de terrain vers sa droite, se fortifia de nouveau, il réussit ainsi de proche en proche à gagner les voies ferrées et à déterminer la retraite de Johnston.

Cet exemple est remarquable à plus d'un titre. D'abord par sa date 1864, qui prouve que les Américains surent prendre l'avance sur les armées d'Europe, obligées 15 ans après d'employer les mêmes procédés. Ensuite par la décision de Johnston qui sut se retirer à propos avant d'être coupé. La guerre de Bulgarie nous a présenté un exemple tout-à-fait semblable à Plevna. L'armée Russe fut amenée à se retrancher de proche en proche pour gagner la ligne de retraite d'Osman-Pacha. Si celui-ci avait pris le parti de Johnston, s'il s'était retiré avant d'être cerné, pour recommencer sur un autre point la résistance qui lui avait jusque-là réussi, peut-être l'issue de la guerre eût-il été autre. En tous cas le dénouement eût été considérablement retardé.

---

# 5e Leçon.

Dans les conférences précédentes, on a cherché à donner une idée de l'importance considérable que prenaient aujourd'hui les moindres retranchements élevés sur un champ de bataille. La qualité dominante de ces fortifications doit donc être la facilité et la rapidité d'exécution ; aussi n'avons-nous rencontré que des formes très simples soit pour le profil soit pour le tracé de ces fortifications.

Mais indépendamment de ces positions qui peuvent être organisées et défendues à l'improviste sur des points tout-à-fait quelconques du théâtre de la guerre, il en est d'autres sur ce même théâtre dont on entend s'assurer à l'avance la possession, parcequ'ils doivent jouer forcément un rôle capital dans les opérations militaires dans le voisinage où il est indispensable de mettre les habitants et les richesses qui se trouvent en ces points à l'abri de l'ennemi. On fortifie ces positions dès le temps de paix avec toutes les ressources dont on peut disposer, et ce qui distinguera surtout cette fortification de celle que nous avons

envisagée ; c'est que le temps nécessaire à la construction n'est plus qu'un facteur sinon indifférent, du moins d'une influence incomparablement plus faible.

Les principes que nous avons exposés sont donc complètement applicables à la fortification permanente. Seulement nous aurons à les étendre en quelques points, à les restreindre en d'autres parceque les moyens employés sont plus puissants, que la défense et l'attaque utilisent un matériel que son poids empêche de transporter sur les champs de bataille, et qu'enfin la guerre de siège n'a plus ce caractère de hâte fiévreuse qui, dans un combat en rase campagne, entraine tout le monde vers le dénouement.

La fortification permanente doit donc aussi se ressentir de ces différences ; mais toutes ont pour point de départ les procédés de l'attaque qui doivent régler ceux de la défense ; cette remarque de Vauban, évidente d'ailleurs, suffit à vous faire comprendre combien sont étroitement liées les deux professions de l'Artilleur et de l'Ingénieur militaire.

La fortification permanente, comme la fortification passagère, se compose essentiellement d'un couvert et d'un obstacle. Dans la fortification moderne, c'est toujours la terre qui est la partie fondamentale du couvert. Si l'on s'adressait à la maçonnerie, le choc des projectiles de l'attaque déterminerait des éclats extrêmement dangereux pour les défenseurs, et depuis l'invention de l'Artillerie, la tendance générale a été de soustraire de plus en plus les maçonneries aux coups directs des projectiles, pour n'y opposer qu'une terre, qu'on cherche même à débarrasser le plus qu'il est possible de toutes les pierres qu'elle contient.

Autrefois, on considérait une épaisseur de parapet de 6$^{m}$. comme suffisante pour résister à un tir même prolongé. Aujourd'hui cette dimension a été portée jusqu'à 8$^{m}$. Malgré la puissance de pénétration toujours croissante des nouveaux projectiles, cette dimension peut-être considéré comme plus que suffisante pour assurer la permanence du parapet. En effet, par suite de leur mouvement de rotation, les projectiles aussitôt après avoir pénétré dans l'intérieur des terres subissent une déviation telle, que dans des traverses de 4$^{m}$. d'épaisseur seulement on a constaté la position

de projectiles dont la pointe était dirigée vers le point de départ. Il n'y a donc pas lieu de craindre que dans les conditions ordinaires de tir, un parapet de 8m. puisse être rasé, laissant les hommes et le matériel exposés directement à l'action des projectiles ennemis.

La partie supérieure du parapet ressemblera donc beaucoup à celle du parapet de la fortification de campagne. Si le parapet doit servir à de l'Infanterie il présentera une banquette à 1m.30 au-dessous de la crête. Généralement, on organisera cette banquette sur une autre plus basse, qui puisse servir à l'Artillerie par le simple déblai de la banquette d'Infanterie; celle-ci sera alors située à 2m15 ou 2m30 au dessous de la crête. Puis on raccordera cette banquette d'Artillerie soit directement avec un terre-plein général assez large pour permettre la circulation des voitures, soit avec une sorte de terre-plein bas inférieur, situé à 4m50 au dessous de la crête pour être complètement à l'abri des coups plongeants.

En avant de ce parapet se trouve un fossé, et ici l'obstacle est considérable. D'abord le fossé est profond et large; de plus des murs de soutènement forment l'escarpe et la contrescarpe et opposent des difficultés considérables pour la descente dans le fossé et l'escalade du parapet.

Un rapide historique des modifications de ce profil va nous permettre de mettre en relief les transformations que les progrès de l'Artillerie ont à cet égard apportées à la fortification.

Dans les premiers tracés de Vauban, ceux de Sarrelouis par exemple, nous trouvons:

Escarpe de 11m, surmontée d'un mur vertical de 2m_ Fossé de 30m_ Chemin couvert de 12m._ Elévation de maçonnerie au dessus de la crête du chemin couvert de 5m.

Avec un tel profil, la brèche était facile à faire.

On sait que les travaux d'approche d'un siège consistent en cheminements appelés tranchées par lesquels on s'avance jusqu'à l'obstacle formé par le fossé. D'ordinaire on s'arrête sur la crête du chemin couvert et on y installe des batteries destinées à faire brèche dans l'escarpe, c'est-à-dire à détruire le revêtement pour que les terres n'étant plus soutenues s'éboulent en formant une rampe par laquelle les assaillants pourront accéder dans l'intérieur

de la fortification.

Cette position sur la crête du chemin couvert est périlleuse ; la brèche exige un certain temps pendant lequel l'Artillerie est en prise aux feux de la mousqueterie ou des bombes ; elle est plus périlleuse encore si l'assiégé a eu le temps de pousser quelques galeries de mine sous le chemin couvert pour faire sauter la batterie. On a donc un certain intérêt à chercher à faire la brèche de plus loin lorsque cela est possible, et dans ce premier profil de Vauban, la grande hauteur des maçonneries vues de la campagne le permettait dans quelques cas avec les batteries de la 2e parallèle, c'est-à-dire à 300m environ des chemins couverts. Déjà Vauban avait lui-même reconnu cet inconvénient.

Au 18e Siècle, un des successeurs de Vauban, Cormontaingne, fut conduit pour ces motifs à modifier le profil qui était le suivant, appliqué en particulier aux bastions du fort Bellecroix à Metz :

Escarpe 10m. _ Pas de mur de soutènement du parapet. _ Fossé et chemins couverts réduits ; la magistrale de l'escarpe couverte de 1m. 30.

Dans ces conditions, avec l'Artillerie d'alors force était pour l'assaillant de venir installer ses batteries de brèche sur la crête même du chemin couvert, et de plus, comme l'expérience avait démontré que pour que la brèche fût praticable, il était nécessaire de faire à coups de projectiles une première tranchée horizontale au tiers environ de l'escarpe à partir de son pied, on était obligé déjà de tirer avec une inclinaison qui commençait à devenir gênante.

La seule modification proposée à ce profil jusqu'à l'invention du canon rayé, avait été de réduire encore le fossé pour rendre plus difficile l'installation et le tir des batteries de brèche.

Le tir courbe des pièces rayées vint précipiter le mouvement dans ce sens. Grâce à la conservation de la vitesse dans le sens de la trajectoire, des projectiles animés d'une rotation suivant leur axe, on constata par de nombreuses expériences en France, notamment à l'île d'Aix et à l'Etranger, que la brèche était possible à des distances variant entre 600 et 1500m. avec un tir méthodique dirigé sur des maçonneries complètement défilées de la vue. On constata même qu'avec une inclinaison sur l'horizontale

71. qui, au point d'arrivée, pouvait être à la pente du 1/4, il était encore possible de percer les maçonneries.

La première application en guerre des résultats de ces expériences fut faite par les Allemands au siège de Strasbourg en 1870 et voici dans quelles circonstances.

Le front d'attaque, celui sur lequel se dirigeaient les cheminements et le front 11-12, angle de la fortification au Nord-Ouest de la place. En avant à 6 ou 700$^{m.}$ sur la gauche se trouvait une lunette N° 44 occupée par la défense et qui gênait considérablement la marche des tranchées s'avançant sur le front 11-12 et qu'elle prenait en flanc.

Il fallait d'abord faire taire cette lunette. On y réussit par l'emploi du tir plongeant qui finit par démolir le réduit et le mur crénelé de gorge et la défense fut forcée d'abandonner l'ouvrage. Mais la méthode de tir plongeant qui avait réussi dans cette occasion fut appliquée avec plus de succès dans les brèches faites à une 2$^{e}$ lunette et aux bastions 11 et 12 et c'est le procédé suivi dans cette occasion qu'il est bon de connaître.

Au nombre des pièces diverses de fortifications accumulées en face du front 11 et 12, se trouvaient deux lunettes N$^{os}$ 52 et 53.

La plus avancée était la lunette 53 double profil qui avait les dimensions suivantes:

Hauteur d'escarpe 5$^{m.}$

Hauteur de la crête du glacis au dessus du cordon de l'escarpe, 1$^{m}$10.

Distance de la crête du glacis à l'escarpe dans le sens du tir, 31$^{m.}$50.

La batterie qui devait faire la brèche armée de 4 canons de 155$^{m}/_{m}$ court était à 790 mètres.

La manière dont la brèche fut faite mérite de nous arrêter un instant.

On partit de ce principe qu'il fallait encore chercher à produire d'abord une coupure horizontale au 1/3 environ de la hauteur du mur et sur les 20 mètres de longueur. Ce mur ayant 5$^{m.}$ de haut, il fallait que cette tranchée fut ouverte à 1$^{m}$70 environ au dessus du fond du

fossé.

Ainsi les données du tir étaient donc celles-ci :

Le point à battre — fixé à 1m70 au dessus du fond du fossé.

La crête couvrante, — éloignée de 31m50 et supérieure de 3m30 + 1m10 = 4m40, c'est-à-dire une tête d'angle de chute de $\frac{4.40}{31.50} = 0,14$ soit à peu près 8°.

Enfin 3e élément, — la portée 790m.

A l'aide d'une table de tir, il était facile de trouver la charge de poudre correspondante et il y avait lieu d'examiner en outre si la vitesse restante du projectile ou plus exactement sa composante normale au mur était assez grande pour produire l'effet voulu.

Mais une autre considération intervenait encore.

On sait que lorsqu'on tire une bouche à feu pointée exactement dans la même direction, avec le même angle et la même charge, tous les coups ne vont pas tomber exactement au même point.

Il y a à cela plusieurs raisons, inégalité de poids d'un projectile à l'autre ; inégalité de forcement dans les rayures, défauts de centrage des projectiles ; inégalités, dans le poids de la charge, dans son tassement, son hygrométicité, &a &a, toutes causes qu'il est possible d'atténuer, mais non de faire disparaître entièrement.

Les coups d'une pièce, tirés dans les mêmes conditions, vont donc se grouper autour d'un certain point qu'on appelle le point moyen et qui est le centre de gravité des trous formés sur le but. C'est au point moyen ainsi déterminé que se rapportent toutes les données des tables de tir.

La moyenne des distances de tous les coups à ce point moyen est ce qu'on nomme l'écart moyen et l'expérience de même que la théorie des probabilités démontre que cet écart moyen est une quantité qui reste sensiblement constante lorsque le nombre des coups tirés a atteint une certaine limite. Cet écart moyen est donc une sorte de caractéristique de la bouche à feu pour le tir considéré.

Depuis quelques années on a remplacé cette donnée par une autre, celle de l'écart probable fondé sur certaines considérations de la

théorie mathématique des erreurs dans les observations. L'écart probable est celui qu'il y a autant de probabilité de dépasser que de ne pas dépasser. Dans un tir prolongé indéfiniment, le double de l'écart probable contiendrait donc par définition la moitié des coups.

Quelle que soit la forme sous laquelle les tables de tir donnent cette indication, le fait qu'elles constatent et dont elles donnent la mesure, c'est que les projectiles tirés dans des conditions identiques, celles se rapportant au point moyen, ne suivent pas la même trajectoire mais donnent une gerbe. Si donc dans les données du tir, les Allemands avaient fait passer la trajectoire moyenne juste au ras de la crête du chemin couvert, toute la partie inférieure de la gerbe aurait fouillé le glacis sans profit pour le renversement du mur. Cette considération les engagea donc à relever le point moyen sur l'escarpe au-dessus de celui que je vous indiquais.

Cela exigea une série de tâtonnements augmentés par la difficulté de constater les effets du tir qu'on avait adopté. Malheureusement pour nous, il y avait dans la contrescarpe de la lunette une galerie de mine que nous n'avions pas utilisée et qui débouchait un peu au dessus du niveau de l'eau. Les Allemands qui la soupçonnaient firent un rameau partant de leur parallèle. Ils arrivèrent dans la galerie et purent de là rectifier leurs coups tout à leur aise. Ils constatèrent qu'en réalité, bien que la majorité des projectiles arrivât à bonne hauteur pour faire une tranchée horizontale, cependant la dispersion naturelle des coups dans le sens vertical attaquait toute la surface du mur et en réalité c'était un tir de démolition sur toute cette surface. Malgré ces imperfections, la brèche fut cependant rendue praticable; mais les Allemands n'eurent pas à donner l'assaut parce que nous évacuâmes l'ouvrage.

Les mêmes procédés furent appliqués à la brèche faite à la face droite du bastion 11. Ici le tir fut plus méthodique et réussit mieux encore, mais les facilités étaient plus grandes, la masse couvrante étant plus éloignée que dans la lunette 53.

Une autre brèche fut aussi, à titre d'expérience disent les Allemands, commencée sur la face gauche du bastion 12; mais pour des raisons que nous allons voir plus loin, cette brèche n'était pas praticable au moment de la capitulation.

Les.

Les résultats de ces expériences décisives ont conduit à modifier considérablement le profil de la fortification permanente. La hauteur d'escarpe a été fortement réduite. On a conservé par contre une contrescarpe assez haute qui devient le principal obstacle de la fortification, car celui-là pour le faire tomber, il est absolument nécessaire d'arriver jusqu'à lui. Il faudra toujours faire des cheminements, construire une descente en galerie souterraine, opération longue, pénible et difficile, ou ce qui se fera probablement plus souvent disposer des fourneaux de mine bien agencés pour renverser la contrescarpe et produire la rampe qui permettra aux troupes chargées de l'assaut de descendre dans le fossé pour accéder à la brèche.

Les expériences dont nous venons de parler, ont en outre permis de constater encore ce fait que malgré les facilités avec lesquelles l'Artillerie peut faire brèche à distance, il est certaines dispositions de construction qui lui opposent une résistance à peu près insurmontable pour que la brèche soit praticable. Ces dispositions sont connues et appliquées depuis longtemps, mais les expériences de l'île d'Aix, et en même temps celle de la dernière guerre ont mis en relief d'une manière particulière la difficulté des brèches dans ce système. C'est celui qu'on appelle les voûtes en décharge.

On a reconnu qu'on pouvait constituer les murs de soutènement sans augmentation sensible de dépense par des voûtes d'un mètre d'épaisseur et dont l'axe est perpendiculaire à l'escarpe. La façade est formée par un parement de faible épaisseur.

Dans cette disposition la brèche est à peu près impraticable, parce que si on crève le mur de façade, si on écorne même la tête de la voûte les décombres tombent dans l'excavation et il reste un ressaut. Pour faire tomber la voûte, il faudrait faire tomber les pieds droits, ce qui exigerait une dépense énorme de projectiles, impossible même à tenter lorsqu'on ne voit pas exactement où ils sont.

Brèche du fort d'Issy.

Une autre disposition a encore été donnée aux escarpes; on la rencontre dans certaines places; on en construit même encore d'analogues sur quelques points de nos nouveaux travaux de défense. Elle est due à Montalembert et à Carnot et consiste à détacher complètement le mur des terres. Dans ce cas le parapet de la fortification est au

talus naturel des terres et en avant, on place à son pied un mur qui empêche l'escalade. Dans les idées de Carnot, ce mur pouvait servir à la défense du fossé et était organisé en conséquence avec créneaux et arceaux voûtés. Aujourd'hui on ne le regarde plus guère que comme une sorte de palissade maçonnée analogue à la palissade en bois qu'on dispose pour y suppléer au pied des talus de certains ouvrages improvisés.

Ces points préliminaires fixés, nous pouvons aborder maintenant l'étude du tracé.

Si nous comparons les profils dont nous venons de parler à ceux de la fortification passagère, nous constatons tout d'abord une profondeur et une largeur de fossé qui nous indiquent clairement que si l'ennemi se présente devant cet obstacle, il lui faudra bien plus de temps, des moyens bien plus parfaits pour y descendre, le traverser et remonter sur la berge opposée. Supposons en effet qu'il veuille attaquer la place de vive force et éviter ainsi les lenteurs des travaux de siège? Pour descendre dans le fossé, des échelles sont indispensables; on ne descend pas sans échelle une contrescarpe à laquelle on ne donnait primitivement que 4 à 5.$^{m}$ et que nous élevons même aujourd'hui jusqu'à 7 mètres. Il est clair que pour apporter ces échelles, on aurait aujourd'hui des difficultés qui prendraient naissance de plus loin qu'autrefois, c'est un point que nous avons mis en lumière dans ce que nous avons dit de l'attaque d'un retranchement de campagne. Mais supprimons ces difficultés: admettons que la nuit, par le brouillard, des troupes puissent arriver sans être signalées jusqu'au sommet de la contrescarpe. Il leur faudra placer leurs échelles, descendre dans le fossé, reprendre leurs échelles ou d'autres, les appliquer contre l'escarpe, y monter un à un et enfin escalader le parapet. Tout cela prendra un temps appréciable. Il était donc naturel que la défense cherchât à en profiter et s'ingéniât pour rendre cette opération aussi périlleuse, aussi difficile que possible.

Dans toute fortification permanente les fossés sont donc flanqués; certaines dispositions particulières permettent de diriger des feux soit d'Artillerie soit de mousqueterie sur les assaillants qui cherchent à traverser le fossé ou à escalader l'escarpe.

Cette préoccupation du flanquement s'est fait jour en même temps que se construisaient les premières fortifications permanentes. C'est pour

surveiller plus facilement le pied des escarpes que toutes les fortifications anciennes comprenaient des tours et voici comment, un peu avant l'invention de la poudre, étaient le plus souvent constituées les enceintes.

Elles comprenaient un mur très haut, 10 ou 12$^{m}$, présentant à la partie supérieure un couloir assez large pour permettre une certaine circulation : Ce mur était interrompu de distance en distance et notamment aux angles par des tours dont la plate-forme supérieure était notablement plus élevée que le mur. Une petite porte basse et étroite donnait accès du sommet du mur dans l'intérieur de la tour et aucune autre communication n'existait entre le sommet du mur et la ville. De telle sorte que si l'ennemi réussissait par surprise ou par trahison à s'emparer d'une porte de la ville et à pénétrer dans l'intérieur il était obligé de faire le siège successivement de chacune des tours. Les escarpes étaient surveillées par les meurtrières percées dans la tour, et aux traits d'arbalète, aux flèches qui pouvaient partir du sommet de la tour, sur tout ce qui se présentait aux pieds de l'escarpe venaient se joindre les projectiles de toute nature que faisaient pleuvoir sur l'assaillant les défenseurs du sommet du mur. Des dispositions spéciales protégeaient ceux-ci. Le sommet du mur était crénelé à hauteur d'appui. D'autres fois, ce sommet était même organisé en machicoulis de façon à permettre de jeter, sans se découvrir, toutes les matières préparées au sommet de l'escarpe. Une planche mobile servait à s'approcher du créneau. D'autres fois encore on organisait en planchas au-dessus des machicoulis une sorte d'aubette dans laquelle étaient ménagés des créneaux.

Toutes ces dispositions indiquent la grande préoccupation des Ingénieurs de cette époque pour défendre le pied des escarpes. L'invention des armes à feu ne fit que modifier et perfectionner les moyens employés en ce sens sans rien changer à leur esprit.

On reconnut que, si les tours pouvaient exercer une action de flanc sur toute tentative contre le mur qui les réunissait, leur pied même échappait sur certaines parties de leur circonférence à toute action autre que celle des machicoulis de la partie supérieure. Pour permettre aux mousquets disposés sur les parties voisines du mur d'agir sur le pied de la tour sans y laisser d'angle mort, on ajoutait parfois une sorte d'éperon plan qui se raccordait avec la forme cylindrique de la tour.

Si l'on avait à portée de mousquet deux tours semblables on remarquait en même temps qu'il n'y avait plus un seul angle mort.

Est-ce cette remarque qui a conduit à la forme bastionnée, nous ne saurions l'affirmer bien qu'on l'ait prétendu. L'érudition des militaires archéologues s'est souvent préoccupée de l'origine du bastion et bien des opinions ont été émises; celle que nous indiquons est en tous cas suffisamment plausible et nous ajouterons qu'il existe encore des places en Italie, telle que celle de Palma-Nova, où les bastions ont une forme qui ressemble de bien près à ce que nous venons de dire.

Quelle que soit son origine, le tracé bastionné jouit de propriétés remarquables qui ont déterminé à l'employer presqu'exclusivement pendant trois siècles à la fortification des places. Bien qu'aujourd'hui on y ait apporté de nombreuses modifications, ses propriétés sont toujours utilisées en nombre de cas.

Jusqu'à l'avènement d'Henri IV, la fortification était généralement établie ainsi: Le flanquement des saillants des bastions était obtenu par des feux de la courtine. Les flancs ne servant alors qu'à défendre, les courtines et les angles rentrants furent établis perpendiculairement aux faces afin qu'ils fussent en partie cachés aux feux des batteries que l'assiégeant aurait pu établir pour les ruiner.

Par ordre de Sully qui joignait à ses autres fonctions le titre de Surintendant des fortifications, un Ingénieur de l'époque qui jouissait d'une grande réputation, Errard de Bar-le-Duc, écrivit en 1594 un traité de fortification et en appliqua les principes à plusieurs constructions de l'époque et notamment à la citadelle d'Amiens qui existe encore.

Errard agrandit les bastions, fit flanquer les saillants par les flancs voisins et posa ce principe qui a été admis pendant tout le cours des 17.e et 18.e siècles et qui domine la fortification bastionnée, que le flanquement des fossés devait être surtout cherché par la mousqueterie, par cette raison qu'on peut toujours maintenir quelques fantassins sur un flanc, tandis que l'Artillerie risque d'être démontée. Il ajoutait que d'ailleurs, si l'on construisait la fortification pour être défendue par le fusil seul, elle pourrait l'être a fortiori par l'Artillerie dont la portée était plus considérable. Il fut donc ainsi

conduit à cette règle de n'éloigner les points extrêmes à battre par la mousqueterie que de 260 à 300m au plus des parties flanquantes.

Errard établit encore d'autres principes admis par tous ses successeurs, tels que celui-ci en particulier : qu'il est nécessaire que tous les ouvrages qui composent une fortification soient élevés de façon que ceux qui sont les plus près de la place soient les plus hauts pour qu'ils puissent voir et défendre ceux de devant qui sont les premiers attaqués. Malgré la justesse de quelques-unes de ces vues, il conservait encore les flancs perpendiculaires aux faces. Il donnait d'ailleurs pour son tracé des règles extrêmement compliquées.

Sous le règne de Louis XIII, le Chevalier de Ville corrigea quelques uns des défauts du tracé d'Errard et fit notamment les flancs perpendiculaires à la courtine, ce qui facilitait les feux sur le saillant des bastions.

Enfin Pagan, qui fut contemporain des premières années de Vauban, et avait été témoin pendant le règne de Louis XIII du peu de résistance des places, modifia encore les tracés précédents, et attachant plus d'importance que par le passé au flanquement des faces du bastion, il traça ses flancs perpendiculairement aux lignes de défense.

Quelquefois, ces flancs étaient disposés en étage de manière à présenter 3 rangs de feux et cette disposition peut encore s'observer dans la petite place de Montmédy.

---

# 6e Leçon.

On a cherché dans la dernière conférence à donner une idée des principales dispositions de la fortification usitées jusque vers la première moitié du 17e siècle et on a pu constater par quelle pente naturelle les modifications imposées à la fortification du moyen-âge, par l'invention de la poudre, avaient peu à peu conduit au système bastionné.

Nous voici arrivés à l'oeuvre du grand Ingénieur du 17e

siècle, à Vauban, dont l'influence a été si considérable, non-seulement dans la fortification, mais même sur les principaux travaux publics de son époque. Le temps dont on dispose ici ne suffirait pas à exposer la simple nomenclature de ces travaux si multipliés. Mais il est un des côtés de cette grande figure qu'il est bon de faire connaître; il servira à justifier plus encore que le mérite de l'Ingénieur, la vénération dont son nom a toujours été entouré parmi nous. On se bornera dans ce but à citer quelques lignes du portrait qu'en a tracé le Général de Villenoisy dans son Essai historique sur la fortification.

« Il avait la confiance de Colbert, celle plus complète encore
« du redouté Louvois, était fort écouté du Roi lui-même, à qui servi-
« teur respectueux mais dévoué, il ne craignait jamais de faire entendre une
« vérité désagréable. Parler à Vauban a donc été bien souvent l'occasion de
« consoler une infortune, de réparer une erreur ou de réformer un abus. Les
« bons offices qu'il a ainsi rendus à des particuliers sont innombrables, mais
« c'est surtout aux travaux d'utilité publique qu'il portait un vif intérêt. Sa
« compétence était incontestable, et l'on peut dire que, de son temps, il n'en a
« été exécuté aucun, sans qu'il y ait pris une part importante. Il a revu les
« projets du canal du Midi; on lui doit une grande partie du système de cana-
« lisation du Nord de la France, et la première idée de la jonction de la
« Marne et du Rhin. Les rares moments de repos qu'il était contraint de
« s'accorder, après une blessure ou quelque fatigue extraordinaire, n'étaient
« eux-mêmes pas perdus. Il les utilisait pour la composition de mémoires
« sur des sujets variés, qu'il a réunis plus tard, sous le nom d'Oisivetés
« de M. de Vauban. C'est ainsi que le premier en France il a composé un
« travail de statistique, étude peu étendue mais remarquable par la clarté et
« la précision, et susceptible de servir encore de modèle. Ses représentations
« au Roi contre l'expulsion des protestants, ses études sur l'adoucissement et
« l'égale répartition des impôts sont célèbres; elles auraient fait la réputation
« d'un philosophe, c'était le fruit des réflexions et des loisirs d'un soldat. Il
« s'est quelquefois trompé, jamais sa bonne foi n'a été l'objet du plus léger
« soupçon. Enfin né pauvre et laissant à sa mort une certaine fortune, il a eu
« le bonheur de la tenir tout entière des dons du Roi, qu'il ne sollicitait point,
« car nul n'a été plus généreux ni plus désintéressé. Qu'y aurait-il à
« ajouter à ce portrait, si l'on se proposait de peindre le modèle idéal de

« l'honnête homme et du grand citoyen ?

Si cette parole : le style c'est l'homme a jamais été vraie pour quelqu'un, c'est l'original de ce portrait qu'il est possible de retrouver dans les œuvres de Vauban. Les deux principaux de ses ouvrages sont le Traité des sièges et le Traité sur la défense des places. Au milieu des vues les plus profondes présentées dans un langage simple et même parfois presque naïf, une chose frappe surtout, c'est sa sollicitude toujours éveillée sur le soldat, sa préoccupation de ménager son sang. C'est cet esprit d'humanité qui lui a fait produire encore cette œuvre étrangère à l'ordre d'idées où nous devons nous mouvoir, mais si remarquable, si étonnante pour l'époque où elle a été écrite. La dîme royale. Les idées que ce petit livre renferme sont encore aujourd'hui, mais sous d'autres noms, le thème de bien des discussions. On ne saurait trop engager à lire les traités des sièges ou de la défense des places ; on y fera facilement la part de ce qui a vieilli, celle de ce qui est vrai encore aujourd'hui, et celle-ci est considérable. Parmi tous les ouvrages anciens et modernes sur les mêmes questions, ce sont encore ceux-là qui donnent la notion la plus juste des conditions si variées auxquelles doit satisfaire la guerre des sièges.

Bien que Vauban ait construit 33 places neuves et en ait amélioré plus de 300, il n'a laissé aucun traité de fortification proprement dite. A chacune des places qu'il transformait, il appliquait le genre de défenses qui lui convenait le mieux suivant le site, la nature du sol, celle des attaques à craindre. Aussi trouve-t-on de lui des fronts de toutes les dimensions, de toutes les dispositions. Ses successeurs se sont complus à emprisonner toute son œuvre dans les formules étroites de 3 systèmes auxquels il est resté étranger et qu'il eût probablement répudiés, car il disait, ainsi que nous l'apprend son secrétaire Thomassin :

L'art de fortifier ne consiste pas dans des règles et des systèmes, mais uniquement dans le bon sens et l'expérience.

Je ne m'arrêterai donc pas à décrire ce qu'on appelle les 3 systèmes de Vauban, dont vous avez pu déjà vous faire une idée dans le cours que vous avez suivi à l'Ecole Polytechnique. Mais pour en finir avec

la fortification bastionnée, je vous donnerai seulement les conditions générales de l'établissement d'un front de ce système, telles qu'on les comprend aujourd'hui.

Tout d'abord la préoccupation est d'avoir les bastions les plus grands et les plus ouverts possible de manière à n'y être pas gêné pour la défense, et pour permettre facilement l'installation de retranchements à l'intérieur. Il y a donc tout intérêt à ce que la courtine soit la plus petite possible pour cette raison d'abord qu'il faut de grands bastions, et en second lieu parce que l'action extérieure de la courtine sur la campagne est gênée le plus souvent par les ouvrages placés en avant et qui embarrassent ses vues. C'est donc en quelque sorte un point mort de la fortification pour la lutte éloignée. Mais cette longueur a cependant une limite minima qui dépend du relief de la fortification au-dessus du fond du fossé ainsi qu'un profil peut le faire facilement constater.

Quant aux flancs leur inclinaison est généralement prise intermédiaire entre la perpendiculaire à la courtine comme le faisait Deville ou la perpendiculaire à la ligne de défense comme le faisait Pagan. On les trace d'ordinaire inclinés à $\frac{1}{6}$ sur la capitale du front. Ils doivent de plus avoir une dimension telle qu'ils puissent porter au moins autant d'Artillerie que la contre batterie élevée au saillant du chemin couvert du bastion opposé.

Enfin les lignes de défense doivent en même temps rester limitées à une certaine longueur, ordinairement 250$^{m}$.

Toutes ces conditions auxquelles on satisfait par des séries de compensations et de tâtonnements sans intérêt ici, conduisent en somme à la figure que vous connaissez.

Les fossés sont tracés moins larges au saillant des bastions que devant les courtines. Généralement on donne au saillant une largeur notablement plus faible que celle du flanc opposé et la contrescarpe est dirigée sur l'angle d'épaule.

La manière dont ce tracé se comporte permet de remarquer quel déblai considérable on est obligé d'effectuer en face de la courtine. Aussi

cette condition est-elle de nature à proscrire l'emploi de ce tracé dans la fortification improvisée, même lorsque l'on dispose de quelque temps pour l'exécuter.

Généralement la fortification ne se borne pas à ce simple tracé du Corps de place. Presque toujours elle est précédée d'ouvrages qui ont pour but de retarder le moment où l'assiégeant s'en prendra au corps de place, et qui permettront au défenseur de livrer au dehors ce que Pagan appelait la bataille du siège, expression dont vous reconnaîtrez plus encore la justesse dans la défense des grandes places d'aujourd'hui.

Je ne vous rappellerai que très sommairement les notions que vous avez dû recevoir à ce sujet à l'École Polytechnique.

Si nous sortons du corps de place par la poterne ménagée au centre de la courtine, nous rencontrons d'abord la Tenaille.

Vauban s'est quelquefois adressé à cet ouvrage pour avoir des feux rasants dans le fossé; mais lui-même et beaucoup d'Ingénieurs après lui, ont considéré la tenaille surtout comme une masse couvrante destinée à protéger la courtine. Il y a en effet grand intérêt à empêcher l'ennemi de faire facilement brèche à la courtine, car d'ordinaire (et cette prescription au titre de nos règlements est même obligatoire), on fait un retranchement dans le bastion attaqué de manière que l'ennemi en franchissant la brèche se trouve en présence d'une nouvelle défense. Ce retranchement est appuyé ou aux faces, ou aux flancs des bastions; plus rarement, il prend naissance à l'angle d'épaule de la courtine, à cause de l'empiètement qu'il fait sur le terrain de la ville. Si donc l'ennemi pouvait facilement faire brèche à la courtine, l'assaillant, en entrant par cette brèche, serait certain de ne plus trouver d'obstacle devant lui et en même temps il prendrait à dos et par conséquent rendrait intenable le retranchement intérieur.

Si nous continuons notre marche en sortant du corps de place, nous traverserons d'abord le passage couvert sous la tenaille, puis le fossé où nous sommes abrités par la double caponnière. On nomme ainsi une sorte de couloir entre deux parapets où l'homme peut circuler sans être vu des établissements de l'ennemi aux saillants des bastions opposés.

Dans un front dépourvu des ouvrages extérieurs qui le complètent parfois, nous trouverions au débouché de cette double caponnière le prolongement de la contrescarpe et des escaliers pour sortir sur le glacis. Le chemin couvert se contourne alors pour former un saillant, ce qu'on appelle une place d'armes, et c'est de cette façon par exemple que se trouvent organisés les fronts des anciens forts de Paris.

Mais lorsqu'il y a des dehors, le point où nous sommes arrivés appartient à la gorge de la ½ lune. On appelle ainsi un ouvrage en forme de grande flèche ou de redan, pourvu d'une escarpe, moins haute généralement que celle du Corps de place, et protégé par un fossé dont la contrescarpe se réunit à celle du Corps de place pour former un obstacle continu. Le but de la ½ lune est de former saillie en avant des bastions, de manière à obliger l'ennemi à s'en emparer pour arriver jusqu'à eux.

Cette remarque a conduit les Ingénieurs qui ont succédé à Vauban à exagérer de plus en plus la saillie de la demi-lune en avant de la place. Mais cette saillie a une limite qu'il est impossible de dépasser sans artifices particuliers.

On remarquera tout d'abord que l'angle au sommet ne peut être rétréci au delà d'une certaine limite, sans étriquer l'ouvrage au point de rendre son utilisation impossible dans les environs du saillant. Déjà, du temps de Vauban, cette limite avait été fixée à 60°. Mais dans le triangle équilatéral ainsi formé, la base est contenue également dans une limite assez stricte. On peut bien profiter des longues branches de la ½ lune pour couvrir un peu l'angle d'épaule du bastion et empêcher qu'on ne fasse brèche à cet angle ou même à la courtine par la trouée entre la tenaille et le flanc. Mais en même temps, cet empiètement sur la face du bastion va gêner une partie des vues de cette face dans la campagne et sur les glacis. On admet généralement que 40$^{m}$. est le maximum qu'on puisse prendre ainsi. Dès lors, la base de notre triangle équilatéral est elle-même aussi limitée et par conséquent il en est de même pour la saillie de la ½ lune.

Cependant quelques Ingénieurs pénétrés de la grande utilité qu'il y a à mettre les saillants des bastions dans un rentrant, ont usé d'un artifice pour dépasser cette limite. Ils ont fait la contrescarpe continue, comme s'il n'y avait pas de dehors et reporté la ½ lune en avant de cette contrescarpe

Cette disposition a été appliquée notamment à Alexandrie fortifiée en 1804 par Chasseloup-Laubat par ordre de Napoléon.

Ces quelques réflexions nous montrent en même temps qu'il y a généralement inutilité à mettre des ½ lunes sur des fronts dont les côtés extérieurs font des angles trop aigus. Si nous considérons le carré par exemple, nous voyons que le saillant d'un bastion serait à peu près sur la droite qui réunit les saillants des deux ½ Lunes ; on n'a donc plus dans ce cas de feux de revers sur les cheminements, et les travaux peuvent se poursuivre sans avoir grand chose à craindre des faces des ½ lunes. Si l'angle était plus aigu encore, il en serait à fortiori de même. Ces ouvrages ne doivent donc pas être placés sans discernement, et cela nous montre en même temps une des propriétés avantageuses des fronts en ligne droite.

Quant à la gorge de la ½ lune, il y a intérêt à ce que l'ennemi ne puisse y accéder de plein-pied en évitant la brèche. Pour cela on lui donne une escarpe de gorge de 4.m au moins ; il n'y a pour y monter que des escaliers étroits et raides dont il est facile d'interdire l'accès.

A l'intérieur de cet ouvrage, on a construit souvent un réduit, sorte de petite lunette avec escarpe ; les flancs de cette lunette sont destinés à prendre des vues de revers sur la brèche des bastions.

Enfin au nombre des dehors, c'est-à-dire des ouvrages extérieurs au Corps de place, qui ont pour but de retarder les progrès de l'ennemi, se trouvent les chemins couverts ; c'est ce couloir à l'abri des coups de l'intérieur et qui borde la contrescarpe. Pour protéger les sorties et favoriser les rassemblements destinés à les effectuer, on construit d'ordinaire dans les angles rentrants compris entre les ½ Lunes et les bastions, des places d'armes. Vauban se contentait dans ces places d'armes de simples retranchements en terre. Pour leur donner plus de solidité, Cormontaingne en faisait un retranchement permanent avec escarpe et contrescarpe. Enfin les chemins couverts sont protégés contre le tir d'enfilade par des traverses plus ou moins multipliées, et la crête du chemin couvert est tracée, soit avec des crochets dans le parapet, soit avec des cremaillères couvrant les passages des traverses.

Telle était, telle est encore l'organisation d'un front bastionné. Le

tracé en diffère peu, que les fossés soient pleins d'eau au lieu d'être secs. Bien que cette particularité offre quelques avantages en raison des difficultés que l'ennemi rencontre pour les franchir, ces fossés pleins d'eau ne sont pas non plus sans inconvénient pour la défense. La communication du Corps de place avec les ouvrages en avant est bien précaire. Elle ne peut s'effectuer qu'au moyen de barques ou de ponts légers que le moindre projectile suffit à couler ou à détruire

Pour apprécier toutes les propriétés de ces dispositions, pour juger des inconvénients que présente le tracé bastionné, ou des améliorations dont il est susceptible, il est nécessaire de rappeler encore les principes généraux de l'attaque de ce genre de fortification que vous connaissez déjà. Ces notions seront d'ailleurs un point de départ très utile lorsque nous chercherons plus tard à donner une idée un peu précise de la physionomie d'un siège moderne.

Le but que l'on cherche à atteindre par les travaux d'un siège est d'arriver le plus rapidement et le plus sûrement possible à renverser l'obstacle que présente la fortification pour en arriver à la lutte corps à corps avec les défenseurs de la place. Dans un siège, comme dans la guerre en général, c'est toujours à ce dénouement suprême, la lutte corps à corps, qu'il faut aboutir et les manœuvres des armées en campagne, les travaux d'un siège ne sont pas le but mais le moyen d'arriver au but, ce qu'on oublie parfois.

Faire tomber le mur d'escarpe, donner les moyens de descendre la contrescarpe, enfin, permettre aux troupes avec une sécurité suffisante d'arriver jusque sur le bord de la contrescarpe, telles sont les conditions auxquelles doivent satisfaire ces travaux dans un siège.

Pour faire tomber l'escarpe, il faut généralement, nous l'avons vu, des batteries de brèche; pour descendre la contrescarpe, il faut ou une descente de fossé souterraine ou un fourneau de mine qui détermine une brèche à ciel ouvert. Mais pour arriver jusque là, les hommes chargés de ces opérations ont besoin d'être protégés dans leur marche en avant contre le tir de la place ou les entreprises de ses défenseurs.

Jusqu'à Vauban, les tranchées étaient poussées vers la place un peu au hasard, et comme à mesure qu'elles avançaient, elles étaient plus

éloignées du soutien des troupes que les feux de la fortification maintenaient à distance, elles se trouvaient en prise sans défense aux sorties de l'assiégé qui pouvait impunément se jeter sur elles, les détruire, tuer les travailleurs et retarder ainsi leurs progrès. Vauban, le premier, conçut l'idée à l'exemple de ce qu'avaient fait les Turcs au siège de Candie, mais d'une manière imparfaite, de protéger les cheminements en avant par des sortes d'ouvrages de campagne appelés places d'armes ou parallèles, et placées de telle sorte que les sorties de l'assiégé eussent toujours plus de chemin à parcourir pour arriver sur les cheminements en sortant des chemins couverts que les défenseurs de la parallèle. Grâce à ces appuis reportés ainsi successivement en avant, les cheminements se firent désormais avec une sécurité qu'ils ne possédaient pas auparavant.

Il fallait en outre combiner ces cheminements de telle sorte que l'action de l'Artillerie ne fut en rien gênée par leur présence et voici les dispositions que Vauban recommandait dans son Traité des sièges.

Une première parallèle est tracée à 600$^{m}$. des saillants des chemins couverts. C'est le point de départ de tous les travaux ultérieurs.

Pour nous avancer sur la place, nous dirigerons nos cheminements sur la capitale de l'ouvrage attaqué. D'après ce que nous avons dit dans une des précédentes leçons, c'est sur cette capitale que nous avons le moins à craindre les feux de cet ouvrage aussi bien en Infanterie qu'en Artillerie, c'est le secteur sinon <u>sans feux</u>, ainsi que nous l'avons appelé, du moins celui où il y en a le moins à redouter. Il est facile de constater en effet que l'ouvrage sur lequel on se dirige n'a absolument qu'une seule pièce d'Artillerie capable de donner commodément des feux sur la capitale, c'est la pièce du saillant.

Mais en même temps si nous avançons sur cette capitale, nous sommes forcés d'incliner notre tranchée de manière à ce qu'elle ne soit pas enfilée et qu'elle soit couverte par un seul parapet; il faut donc la tracer de façon que son prolongement passe en dehors des ouvrages de la place.

Si dans la direction que nous traçons ainsi nous la prolongions indéfiniment, nous continuerons en terrain plan, à être défilés, c'est-à-dire à échapper aux vues de la place, mais à mesure que nous nous éloignerions de la capitale de l'ouvrage, nous tomberions de plus en plus dans deux

inconvénients, le premier c'est de nous éloigner de la partie dans un état de sécurité relative, le terrain avoisinant la capitale; le 2e, c'est de masquer les vues de la parallèle qui a précisement pour objet de protéger notre marche en avant. Pour ces motifs arrivés à un point que dans la pratique on conseille de limiter à 30 ou 40m. de part et d'autre de la capitale, on se retourne et on fait des zigs-zags.

Lorsque par ce procédé nous serons arrivés à une distance telle que les sorties de la place aient le même chemin à parcourir ou même un peu plus pour aborder la tête des cheminements que les défenseurs de la parallèle pour arriver à leur secours, nous tracerons une nouvelle parallèle où nous placerons la garde de tranchée, et par ce procédé nous gagnerons peu à peu du terrain, en soutenant constamment par une force bien postée, bien abritée, les travaux que nous pousserons en avant. En même temps nos terrassements limités à un court espace de part et d'autre des capitales, n'embarrassent que du minimum possible l'action des parallèles en arrière.

Ainsi parallèles ou places d'armes pour soutenir les cheminements, zigs-zags peu éloignés des capitales des ouvrages attaqués, tel est le résumé des procédés employés par Vauban.

Je n'entrerai pas dans le détail des travaux qui doivent amener l'assaillant jusque sur le chemin couvert; vous avez vu leur exposé dans le cours de l'École Polytechnique. Je me bornerai à vous signaler quelques conséquences de la précision que ces règles avaient donnée à la marche des travaux d'un siège.

Vauban, d'après l'expérience des 47 sièges auxquels il avait assisté ou qu'il avait conduits en personne, avait indiqué très nettement le genre de travaux, tranchée simple, sape volante, ou sape pleine qu'il était possible de pratiquer suivant la distance à la place. D'autre part, comme on connait la vitesse que peuvent atteindre ces travaux, il en résultait qu'on pouvait en déduire assez exactement le temps nécessaire depuis l'ouverture de la parallèle jusqu'à la confection de la brèche. Le chiffre ainsi obtenu pour la durée de la résistance, n'est évidemment qu'un minimum puisqu'il suppose à priori qu'aucun retard provenant, soit de l'énergie de la défense, soit des fautes de l'attaque, ne vient contrarier la marche de l'assiégeant. Mais tel quel, il pouvait, du temps où les

« l'honnête homme et du grand citoyen ?

Si cette parole : le style c'est l'homme a jamais été vraie pour quelqu'un, c'est l'original de ce portrait qu'il est possible de retrouver dans les œuvres de Vauban. Les deux principaux de ses ouvrages sont le Traité des sièges et le Traité sur la défense des places. Au milieu des vues les plus profondes présentées dans un langage simple et même parfois presque naïf, une chose frappe surtout, c'est sa sollicitude toujours éveillée sur le soldat, sa préoccupation de ménager son sang. C'est cet esprit d'humanité qui lui a fait produire encore cette œuvre étrangère à l'ordre d'idées où nous devons nous mouvoir, mais si remarquable, si étonnante pour l'époque où elle a été écrite. La dîme royale. Les idées que ce petit livre renferme sont encore aujourd'hui, mais sous d'autres noms, le thème de bien des discussions. On ne saurait trop engager à lire les traités des sièges ou de la défense des places; on y fera facilement la part de ce qui a vieilli, celle de ce qui est vrai encore aujourd'hui, et celle-ci est considérable. Parmi tous les ouvrages anciens et modernes sur les mêmes questions, ce sont encore ceux-là qui donnent la notion la plus juste des conditions si variées auxquelles doit satisfaire la guerre des sièges.

Bien que Vauban ait construit 33 places neuves et en ait amélioré plus de 300, il n'a laissé aucun traité de fortification proprement dite. A chacune des places qu'il transformait, il appliquait le genre de défenses qui lui convenait le mieux suivant le site, la nature du sol, celle des attaques à craindre. Aussi trouve-t-on de lui des fronts de toutes les dimensions, de toutes les dispositions. Ses successeurs se sont complus à emprisonner toute son œuvre dans les formules étroites de 3 systèmes auxquels il est resté étranger et qu'il eût probablement répudiés, car il disait, ainsi que nous l'apprend son secrétaire Thomassin :

L'art de fortifier ne consiste pas dans des règles et des systèmes, mais uniquement dans le bon sens et l'expérience.

Je ne m'arrêterai donc pas à décrire ce qu'on appelle les 3 systèmes de Vauban, dont vous avez pu déjà vous faire une idée dans le cours que vous avez suivi à l'École Polytechnique. Mais pour en finir avec

« qu'on ne devrait. Car bien qu'il y ait quelquefois de la faute des places
« mêmes, pour avoir manqué de quelque chose dans leur fortification,
« ou n'avoir pas été bien achevées ou mal entretenues, il est certain qu'il
« y a encore plus de la faute des hommes, soit pour les avoir mal fournies
« des choses nécessaires, ou pour en avoir mal ménagé les munitions pendant
« un siège, ou pour n'avoir pas bien entendu l'usage de leur fortification, et
« s'être faiblement servi de leurs défenses; ou enfin pour n'avoir pas su
« bien juger de la qualité du péril où les assiégés se trouvent dans un siège,
« spécialement vers sa fin. Je ne prétends pas pouvoir donner ici des préceptes
« infaillibles ni suffisants de remédier à tous ces défauts, mais bien d'avertir
« des moyens de prévenir et de remédier à la plus grande partie et aux plus
« considérables. »

Pour terminer ce qui est relatif aux procédés d'attaque de Vauban, je dois rappeler encore le mode d'emploi qu'il faisait de l'Artillerie, parce que nous y trouverons les motifs des divers systèmes qui ont suivi.

Jusqu'à Vauban, l'Artillerie n'employait le canon qu'à un seul objet : battre à pleine charge l'Artillerie ennemie en lui répondant directement, et chercher à la demonter par des coups d'embrasure.

Naturellement Vauban ne renonça pas à ce mode de tir qui est indispensable, mais il en inventa un autre dont l'efficacité fut toute une révolution dans les procédés de l'attaque, le tir à ricochet. Il remarqua qu'en diminuant la charge et augmentant notablement l'angle de tir, il était possible d'atteindre derrière une crête le matériel abrité par cette crête; au point de chute, le projectile sphérique conserve encore assez de vitesse pour se relever et pour décrire une nouvelle trajectoire si l'angle de chute est tenu dans des limites convenables, il peut fournir même un 2e ou 3e bond, après lesquels il ne fait plus que rouler. Par conséquent en se plaçant dans le prolongement d'une face, on peut, par une batterie tirant à ricochet avec des boulets sphériques, prendre en rouages toute l'Artillerie disposée sur cette face, briser les affuts et la détruire. Le tir est facile à régler, ainsi que le remarquait Vauban, parceque la vitesse étant faible, l'œil peut suivre le projectile dans sa course. Il suffit donc après avoir enlevé le coin qui se plaçait alors sous la culasse pour le pointage, de régler la charge de manière

à ce que le projectile rase la crête, et de tirer ensuite avec cette même charge sans déplacer la pièce qui n'éprouve presque pas de recul.

On comprendra facilement la différence qui existe entre ce genre de tir et le tir plongeant des projectiles actuels, dont nous avons vu une application à la confection des brèches de Strasbourg. Dans le tir à ricochet on peut très bien utiliser l'effet du projectile à son point de chute, mais ce qu'on recherche principalement, c'est l'effet des bonds et c'est pour s'en préserver que l'on interrompait le parapet de distance en distance par des traverses en terre. Dans le tir plongeant au contraire, c'est uniquement l'effet du projectile à son point de chute que l'on a en vue, puisqu'il éclate en ce point. D'ailleurs des projectiles cylindriques et animés d'un mouvement de rotation autour de leur axe ricochent avec une forte déviation par rapport au plan vertical de tir, et ne peuvent par conséquent remplir le même rôle que les projectiles sphériques.

On voit donc de quelle importance dès le temps de Vauban se trouvait le plus ou moins de facilités que le tracé de la fortification donnait à l'assiégeant pour l'enfilade des grandes lignes qui la composent. Aussi était-il de règle pour les Ingénieurs qui ont suivi, de chercher à diriger le prolongement des faces vers des points inaccessibles aux batteries. Le terrain se prêtait parfois à cette disposition : souvent autour de la place régnait une inondation, ainsi que nous le verrons pour quelques unes des places du Nord, ou même un marais ou quelqu'autre obstacle naturel ou artificiel vers lesquels le prolongement des faces pouvait être tracé. La distance à laquelle s'établissaient les batteries à ricochet, 6 ou 700 mètres, permettait parfois de réaliser assez facilement cette condition. Mais certaines dispositions inhérentes à la fortification elle-même permettaient aussi de rendre l'enfilade des faces des bastions impossible. Pour les très grandes places, comme Lille ou Strasbourg, situées en terrain peu accidenté, certaines parties peuvent être tenues en ligne droite, contrairement d'ailleurs à l'opinion des contemporains de Vauban, qui jugeaient volontiers de la bonté d'une place par la régularité de son polygone et sa forme circulaire. Si une partie un peu considérable de la fortification est tenue en ligne droite, les bastions seront très ouverts ; les prolongements des faces à la distance de 6 ou 700$^{m}$. convenable pour des batteries à ricochet, tomberont près d'autres parties de la fortification où l'établissement et le service

des batteries sera difficile. Aussi pour Cormontaingne l'idéal du tracé d'une place était-il la forme triangulaire, dont un des sommets serait occupé par une citadelle et les deux autres soit au milieu d'inondations soit couverts par des ouvrages avancés dont la prise est indispensable pour la marche en avant de l'assiégeant. C'était à peu près ce que réalisait, avant l'invention des canons rayés, l'ancienne place de Strasbourg.

Si le temps ne me pressait, il me resterait à vous donner quelques indications sur la manière dont ce système de fortification était adopté au terrain et à vous faire connaître le parti que l'Ingénieur tirait des particularités du site sur lequel il devait asseoir ses défenses.

Je me contenterai d'une seule remarque, c'est que la règle principale à observer est de disposer cette fortification de manière que le terrain en avant soit bien vu des ouvrages et ne présente pas de replis où l'ennemi puisse avantageusement masquer ses mouvements et simplifier ainsi ses travaux. Ce précepte est donc le même que celui que nous avons déjà énoncé pour la fortification de campagne, et vous pouvez constater aussi que l'augmentation de la portée des armes a augmenté les difficultés de son application. Lorsque cela sera possible, le Corps de place sera étendu jusqu'au point où il voit bien la dépression dangereuse; sinon il faudra pousser jusque-là un ouvrage avancé de la place, ouvrage à cornes, lunette &c.ª. Si au lieu d'une dépression créant un couvert favorable à l'ennemi, on avait une hauteur, Vauban conseille ou de l'occuper ou de se reculer pour n'avoir plus trop à craindre de son action.

Dans ce cas, l'établissement de la fortification en arrière donnait lieu à un problème géométrique particulier pour la rédaction des projets, le problème du défilement dont l'importance très grande autrefois a notablement diminué.

Dans le défilement, on cherche en face d'une hauteur à portée de canon, à se dérober aux vues de l'ennemi installé sur la hauteur dangereuse par l'évaluation des crêtes, la pente des terre-pleins ou l'emploi de traverses dont le défilement a précisément pour objet de faire connaître l'emplacement et l'élévation.

La recherche du défilement donne lieu à des problèmes assez compliqués comme dessin, mais qui ne présentent d'ailleurs pas

de difficultés sérieuses autres que leur longueur.

Ce problème, que je ne vous ai même pas mentionné à propos de la fortification de campagne, n'a plus la même importance qu'autrefois parce qu'ainsi que nous l'avons vu le défilement efficace contre les projectiles actuels, qui va jusqu'au 1/4, rend inutile une recherche qui se borne à défiler de la simple vue, sans tenir compte de la courbure des trajectoires. La multiplicité des traverses employées aujourd'hui, suffira toujours amplement pour le défilement aux vues puisque celles-ci doivent défiler les terres-pleins au 1/4 ou au moins au 1/6 des coups venant dans toutes les directions.

---

# 7e Leçon.

Nous avons vu les propriétés essentielles du tracé bastionné et indiqué le rôle des parties principales qui le composent.

Si nous considérons seulement, dans le front que nous avons décrit, ce qui appartient en propre au système bastionné, c'est-à-dire le tracé du corps de place, - nous allons voir en effet plus loin que la plupart des dehors de ce système sont aussi applicables à d'autres systèmes de la fortification ; nous pouvons constater à ce tracé les avantages suivants :

1°. Une enceinte bastionnée ne présente aucun angle-mort, chacun des deux flancs bat de ses feux l'une des moitiés du front pourvu qu'on ait eu soin de conserver entre les reliefs et le tracé les relations convenables. Il y a toutefois à faire à cette conclusion une légère réserve. La tenaille est un dehors presqu'obligatoire dans le tracé bastionné même le plus simple et cette pièce crée un angle mort le long du flanc. On y remédie par des voûtes en décharge crénelées sous l'escarpe du flanc.

2°. L'Enceinte se flanque par elle-même ; et les flancs situés dans la partie la plus rentrée de la fortification ne tomberont au pouvoir de l'ennemi qu'en dernier lieu. Ils satisfont ainsi à ce principe fondamental de la fortification qui veut que toute pièce

flanquante ne puisse être prise qu'après celle qu'elle flanque.

On a adressé au tracé bastionné un reproche qui ne lui est pas particulier d'ailleurs et qui pourrait se faire à tout système muni de dehors. On a fait remarquer avec raison que dans les tracés de Cormontaingne et de Vauban, la batterie installée au saillant du chemin couvert de la demi-Lune et destinée à contrebattre l'Artillerie du bastion pouvait profiter de la trouée formée par le fossé de la Demi-lune dans la contrescarpe pour ouvrir en même temps l'escarpe du bastion en face de cette trouée et dispenser de l'établissement d'une nouvelle batterie de brèche au saillant du bastion.

Diverses propositions ont été faites pour remédier à cet inconvénient. Toutes reposent au fond sur une idée appliquée par le Général Chasseloup-Laubat dans la fortification d'Alexandrie et que nous avons citée dans la dernière conférence; rétablir par un procédé quelconque la continuité de la contrescarpe en face de cette trouée. Le front type que l'on dessinait à l'Ecole de Metz, connu sous le front de Noizet, en présentait une application particulière.

Mais le tracé lui-même est sujet à des objections plus sérieuses.

Lorsqu'on a un polygone à fortifier, polygone qu'on se donne toujours comme côté extérieur du front, la face d'un bastion fera avec ce côté et à l'intérieur un certain angle, qui viendra diminuer l'angle du polygone et auquel on donne pour cette raison sous une forme concise le nom d'angle diminué. La face du bastion se dirigera donc toujours vers l'extérieur plus que ne le fait le côté du polygone, et pour en prendre l'enfilade, pour la ricocher, l'ennemi sera obligé d'étendre notablement moins ses travaux de siège que si la fortification était construite sur le côté même du polygone.

La fortification bastionnée favorise donc dans une certaine mesure le tir d'enfilade, tir à ricochet des projectiles sphériques, tir plongeant des projectiles cylindriques.

Ainsi si on examine l'effet que peut produire une batterie placée dans le prolongement de la face d'un bastion, on pourra lui demander à la fois sans déplacer son Artillerie, un des

effets suivants :

1°. Enfiler la face par le tir à ricochet ;

2° Battre en brèche par le tir plongeant l'autre face du même bastion ;

3°. Prendre à dos le flanc opposé de ce bastion ;

4°. Contrebattre directement ou battre en brèche le flanc du bastion voisin ;

5°. Et souvent même prendre à dos le flanc opposé de ce bastion voisin.

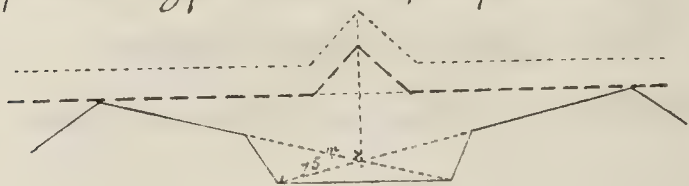
Ces inconvénients sont graves, on le voit ; ils seront d'autant plus sensibles pour un polygone donné que l'angle diminué sera plus grand. On peut y remédier en partie en interceptant les prolongements des faces par des ouvrages extérieurs, les demi-lunes par exemple ; mais nous avons vu que les demi-lunes ne pouvaient être avantageusement placées que dans des fronts dont le polygone offre un angle assez ouvert, et ceci nous ramène encore à cette conclusion que nous avons présentée déjà, que les fronts en ligne droite sont les meilleurs. Il n'en reste pas moins cette conséquence que le système bastionné construit sur un polygone donné présente à ce point de vue une certaine infériorité sur un système de fortification qui suivrait plus exactement ce côté de polygone et que pour cette raison on nomme <u>polygonale</u>.

Une autre critique peut encore être adressée au système bastionné.

On remarquera que dans ce tracé les lignes de défense se recroisent sur la capitale du fond, de telle sorte que le défenseur perd sans aucun bénéfice une partie notable de la portée de son arme. Imaginons en effet que l'escarpe soit de 10.m de haut, et la crête intérieure, à 2.m 50 au dessus de la magistrale de l'escarpe ; le relief total au dessus du fond du fossé sera de 12.m 50.c

Si la plongée du flanc est inclinée au 1/6e, elle rencontrera le fond du fossé à 6 fois 12.m 50 = 75m Les deux lignes de défense se recroiseront donc à à-peu-près 75.m et sur la portée efficace de son arme, estimée à 300.m pour les anciens fusils les meilleurs, le défenseur perdra donc 75.m ; soit le 1/4 de la portée.

Au lieu de cette disposition imaginons que la fortification soit construite sur le polygone extérieur et que les flancs soient transportés dos-à-dos au centre du polygone et nous aurons la forme type de la fortification appelée polygonale. Le tracé tourmenté de la fortification bastionnée sera remplacé par des formes beaucoup plus simples; cette fortification sera moins enfilable; elle bénéficiera de toute l'ouverture que nous avons donnée à notre polygone. Mais en même temps on voit que pour qu'il n'y ait pas d'angle-mort dans les fossés, il faut que les flancs et l'escarpe dans le voisinage de leur point de jonction aient une action offensive; il faut des casemates. Enfin, en conservant exactement le même mode d'action du flanquement, le flanquement par le fusil, nous pouvons augmenter le côté du polygone de la presque totalité du recroisement des lignes de défense 150.m moins l'épaisseur de notre ouvrage flanquant au centre qu'on appelle une caponnière, c'est-à-dire un bénéfice net d'au moins une centaine de mètres. Ainsi en conservant exactement la même importance et le même mode d'action au flanquement, le côté extérieur peut être porté de 360.m, qu'on lui donne d'ordinaire, à 460 mètres au moins.



Cet avantage est très appréciable lorsqu'il s'agit de très grands polygones à défendre comme est par exemple l'enceinte de Paris. Dans le sud de cette enceinte entre la Bièvre et la route de Vaugirard, on a 11 bastions exactement en ligne droite sur un espace de 3900.m, soit environ 360.m par front. Onze bastions font 22 flancs.

Si on avait adopté sur cet espace une disposition du genre que nous citons, on aurait pu se contenter de 8 fronts de 485.m, soit 16 flancs au lieu de 22, et cela sans qu'aucune des conditions de défense fût en rien modifiée. D'où, une certaine économie de construction et une facilité de surveillance plus considérable puisqu'il suffit de 16 postes, au lieu de 22, pour assurer la sécurité de la place.

Le genre de tracé qui aurait été adopté dans ce cas n'eût pas dû être exactement rectiligne, afin de ne pas exposer le tracé

un reproche de faire tirer les flancs l'un sur l'autre, - encore une critique qu'on fait au tracé bastionné. On aurait dû briser légèrement ces fronts en leur milieu et placer la caponnière au saillant afin de la mieux défiler.

Dans ce que nous venons d'indiquer du tracé polygonal, nous avons tenu à comparer celui-ci avec le tracé bastionné dans des conditions absolument identiques d'action de flanquement, de longueur de la ligne de défense &c^a. En restant dans le même ordre d'idées, nous pouvons constater que dans les deux systèmes, les flancs des bastions ou des caponnières encourent un même reproche : de toutes les parties de la fortification, ce sont les plus importantes puisqu'elles seules assurent la sécurité de la place, et cependant ce sont celles aussi qui offrent le plus de prise à l'enfilade, car elles fichent vers l'extérieur perpendiculairement ou à peu près perpendiculairement. Pour les soustraire à l'Artillerie ennemie, l'idée devait donc venir tout naturellement de les casemater. Dès les premiers essais de fortification bastionnée, on trouve des dispositions particulières pour faire tirer certaines pièces de canon sous des abris voûtés ménagés dans les flancs et présentant une embrasure sur l'escarpe. Les effets de l'Artillerie sur la maçonnerie avaient peu à peu conduit à abandonner ces dispositions ; pourtant certains des tracés de Vauban présentent encore l'exemple de pièces casematées et on en trouve des spécimens dans les 2^e et 3^e systèmes appliqués à Landau ou à Neufbrisach. Mais Vauban s'attachait avec un soin particulier à les soustraire à l'Artillerie ennemie jusque dans la dernière période du siège. Ce tracé consistait à Landau, par exemple, en un front bastionné dont la courtine aurait été reculée et prolongée dans l'intérieur du bastion. Au point de rencontre des courtines de deux fronts contigus, se trouve une petite tour pentagonale de 20^m. de côté en maçonnerie et dont les flancs portent un étage de pièces casematées. Il est clair que ces tours, couvertes en avant par les bastions détachés et qui forment à proprement parler le retranchement intérieur, sont complètement à l'abri du canon qui battra la fortification en avant ; pour les démolir, il faudra prendre d'abord un des bastions et y monter du canon.

Dans le système bastionné ordinaire, dans le système de Cormontaingne et ceux qui ont suivi, il n'est pas possible de mettre

d'Artillerie casematée dans les flancs, la présence de la tenaille, qui est cependant indispensable, masquerait ses vues. Pour surmonter cette difficulté, quelques Ingénieurs ont proposé de casemater les flancs de la tenaille qu'on organise alors à peu près comme dans le premier système de Vauban. Mais dans cette position, cette Artillerie serait en prise aux coups directs de la contre-batterie élevée au saillant du chemin couvert du bastion, et le mur qui la couvre serait rapidement démoli. Pour l'abriter autant que possible, on a proposé de faire tirer cette Artillerie au travers d'un tunnel, disposition qu'on ne cite ici que parce qu'elle se retrouve encore dans la fortification de construction tout-à-fait récente, celle des nouveaux ouvrages de défense. Elle a été appliquée d'ailleurs par le Général Chasseloup-Laubat dans la place d'Alexandrie.

Il importe de remarquer que le rôle de l'Artillerie placée dans ces abris n'est pas de lutter avec l'artillerie des contre batteries, mais uniquement d'empêcher le passage du fossé. Tout doit donc être disposé pour que le coup le plus bas venant de la contre-batterie ne puisse enfiler le tunnel et l'embrasure.

Les flancs des caponnières de la fortification polygonale seront donc casematés pour la même raison que dans le tracé bastionné, et comme sur le même polygone, le tracé polygonal offre moins de prise à l'enfilade des fossés que le tracé bastionné, les caponnières ont moins de chances d'être démolies de loin que les flancs dans ce dernier tracé. Dans certains cas, par suite de considérations locales particulières, on peut même se dispenser de les faire précéder par des tunnels.

Ainsi, en résumé, la fortification polygonale se compose essentiellement d'une fortification construite sur le côté extérieur et flanquée par une caponnière placée généralement au centre de ce côté et on y a été amené par le désir de supprimer l'angle diminué et d'éviter le recroisement des lignes de défense.

L'idée première de ce mode de fortification a été présentée par un Général de Cavalerie, le Marquis de Montalembert, à la fin du 18ᵉ Siècle. Combattues par le corps du génie d'alors, ces idées donnèrent naissance à une polémique qui s'est perpétuée jusqu'à

nos jours avec une âpreté singulière. Le seul adepte avoué qu'elles se concilièrent fut Carnot ; l'indépendance de son caractère lui permit d'avoir une opinion en contradiction avec celle d'un Corps qui, se plaçant sous le patronage du grand nom de Vauban, avait formulé toute une doctrine, dont il n'était plus permis de s'écarter sans hérésie. Carnot améliora quelques unes des propositions de Montalembert, et en formula quelques autres que le temps n'a pas toutes consacrées. Dans tous les cas, les premières fortifications polygonales construites en France ne datent que de 1874 ou plus exactement du siège de Paris, ainsi que nous le verrons plus tard.

A l'étranger, au contraire, et particulièrement en Allemagne, presque toutes les places fortes créées ou améliorées depuis 1815, se ressentirent de l'influence des idées de Montalembert et de Carnot. Mais, dans leur haine de tout ce qui est français, les Allemands ne purent se résoudre à attribuer à des Français la paternité des systèmes qu'ils appliquaient et ils crurent devoir remonter dans leur histoire jusqu'à la fin du XV.e siècle pour en trouver l'origine, jusqu'à un homme plus connu pour son talent artistique que pour ses qualités d'ingénieur, jusqu'à Albert Dürer.

En étudiant quelques unes des constructions faites sous l'empire de ces idées, nous aurons occasion de préciser davantage les notions précédentes sur le tracé polygonal.

Le 1.er exemple que j'en présenterai, est celui du front du fort Alexandre à Coblentz. La place de Coblentz est située sur l'isthme qui sépare la Moselle et le Rhin. La rive droite du Rhin est dominée par une forteresse établie sur un point qui de tout temps a été occupé par des fortifications et qui ont été reconstruites après 1815, c'est la forteresse d'Ehrenbreitstein. Cette occupation est complétée par un fort, le fort Aster construit plus bas, au Sud-Est, et qui occupe le plateau escarpé de 100.m qui borde le cours du fleuve.

Entre Rhin et Moselle, le terrain se relève rapidement et forme au sud de la ville de Coblentz un plateau de 800 à 1000.m de largeur moyenne dont les pentes viennent d'un côté s'appuyer au Rhin lui-même, de l'autre se raccorder par une plaine inférieure d'une certaine

de mètres, avec le cours de la Moselle. C'est à la pointe Nord de ce plateau qu'a été construit après 1815 le fort Alexandre, objet depuis lors de modifications et d'améliorations successives.

Ce fort est un quadrilatère. Sur le front principal qui bat de ses feux le plateau, la portion centrale est retirée en arrière du côté extérieur d'environ 30m. et forme une sorte de courtine dont les extrémités se raccordent avec le reste du front au moyen de deux flancs obliques. En avant de la courtine se trouve une caponnière à deux étages de feux qui est détachée du Corps de place et dont la tête est couverte et enveloppée par un petit ouvrage que dans la fortification polygonale on nomme un ravelin et qui joint au rôle de demi-lune celui de protection, de masque pour la caponnière. Le terre-plein de ce ravelin et le fossé qui le sépare de la caponnière sont battus par les feux des flancs obliques dont nous venons de parler et en même temps par des batteries basses casematées.

En avant des longues faces du Corps de place et de l'autre côté de leurs fossés, on a construit des contregardes précédées elles mêmes de fossés qui sont battus par des casemates basses placées sur les ravelins.

Quant aux fossés en avant des contre-gardes, ils sont flanqués par des casemates basses installées en forme d'ailes aux extrémités des faces de ce même ravelin et perpendiculairement à leur direction. Chacune de ces casemates basses contient 5 pièces d'Artillerie.

Le tout est précédé actuellement d'un chemin couvert bordant une contrescarpe revêtue.

Si nous examinons les difficultés que présenteraient ces dispositions à la marche des opérations d'un siège, nous constaterons que les ailerons du ravelin peuvent être assez facilement démolis de loin par le tir courbe de l'Artillerie actuelle qui les enfile à bonne distance. Ces casemates détruites, le flanquement du fossé en avant du ravelin ne se fait que d'une manière bien imparfaite par le tir du parapet au dessus de l'aileron flanquant. Ce tir doit nécessairement s'exécuter à ciel ouvert, c'est-à-dire par de l'Artillerie ou de l'Infanterie exposée aux coups de l'extérieur, et si l'assaillant a pris une certaine supériorité sous ce rapport, le passage du fossé et la prise du ravelin ne seront pas choses très difficiles.

La

La destruction des coffres flanquant le fossé de la capounière sera déjà plus malaisée de loin par ce que la masse couvrante est plus rapprochée de la maçonnerie à démolir et qu'il sera impossible de rectifier le tir.

Mais le mérite de ce tracé, surtout au moment où il a été construit, c'est que la capounière flanquant immédiatement le fossé du Corps de place ne pouvait être détruite sans venir installer de l'Artillerie sur le massif étroit et incommode des contre-gardes et sans par conséquent s'être emparé de celles-ci. Aujourd'hui avec la longue portée des pièces rayées, il serait possible d'établir des batteries sur la rive gauche de la Moselle et d'enfiler, bien que d'assez loin, tout le front de tête, terre-plein et fossés. Il serait possible ainsi d'atteindre la capounière sur la face droite et de lui causer quelque mal, mais la difficulté de suivre les progrès de la destruction et de régler le tir n'en reste pas moins assez considérable, et il est probable que cette capounière serait suffisante pour opposer un obstacle très-sérieux. Elle présente en effet deux étages de feux. L'étage bas est casematé et est armé de 6 pièces d'Artillerie qu'on ne serait pas bien certain d'avoir réduites toutes les 6 au silence. La partie supérieure était faite pour 6 pièces à ciel ouvert; mais celles-là seraient assez faciles à écraser.

En somme une fois maître du ravelin, on pourrait essayer soit de battre en brèche la tête de la capounière pour la faire tomber, soit de l'attaquer à la mine

Les Prussiens se sont mis en garde contre cette dernière éventualité par un système de mines permanent qui part de la gorge de ces ravelins où règne ainsi qu'à la gorge des contre-gardes une galerie de contrescarpe. Ce système s'étend au dessous du fossé des contre-gardes jusque sous le glacis.

Ce système de mines offre cette particularité qu'il est construit dans une nappe argileuse parfaitement sèche au dessus de laquelle se trouve un gravier très aquifère. On sait que dans la guerre de mines l'avantage est à celui qui est maître de la partie inférieure du terrain. L'effet de la poudre dans une explosion se faisant toujours plus sentir du côté de la ligne de moindre résistance, c'est-à-dire du côté de la surface du sol, celui qui est au dessous de son adversaire a des chances de

le faire sauter sans trop démolir ses propres travaux. En se plaçant au dessous d'une nappe d'eau, les Prussiens ont eu l'intention de se ménager la partie inférieure du sol où leur ennemi ne pourra venir les chercher sans s'inonder. Mais il est à croire que ce résultat ne serait obtenu que jusqu'à la première explosion de la défense, parce qu'une fois la partie imperméable du sol entamée, il est probable que les travaux de la défense seraient inondés à leur tour.

Si nous considérons maintenant un profil perpendiculaire aux faces des bastions et contre-gardes, nous remarquerons d'abord que l'escarpe de ces parties est demi détachée et formée par un mur crénelé avec le couloir en arrière.

Quant à la contrescarpe du chemin couvert, elle est de construction récente. Primitivement, on avait là un glacis en contre pente, idée empruntée à Carnot pour favoriser les grandes sorties, mais qui a été abandonnée depuis.

Le front du fort Alexandre date de 1820, au moins comme tracé général, car il a été depuis l'objet de nombreuses améliorations.

Nous passerons sous silence des constructions plus récentes dans le même esprit, telles que celles de l'enceinte de Posen commencée en 1828, celle de Germersheim élevée de 1836 à 1844, qui ont toujours ce caractère commun à tous les systèmes polygonaux d'avoir le flanquement par le centre au moyen d'une caponnière.

Nous donnerons seulement quelques explications sur le front qui a servi à constituer l'enceinte de Kœnisberg et qui présente un certain intérêt parce qu'il est donné comme un type à imiter à l'Ecole militaire de Berlin. C'est une sorte de compromis entre le système bastionné et le système polygonal (Voir le modèle en relief.)

Pour s'en faire une idée, imaginons que nous traçions d'abord sur un front étendu de 6 à 800$^{m.}$ de côté extérieur deux bastions dont les côtés fichent sur la courtine, ainsi que le faisaient, comme nous l'avons dit, les Ingénieurs du 16$^{e}$ Siècle.

Menons des flancs perpendiculaires aux faces des bastions aux points où viennent se joindre à la courtine ces faces prolongées. Déterminons une longueur assez grande pour placer 5 pièces sous

casemates et nous aurons les flancs d'un petit bastion intermédiaire portant des coffres flanquant les fossés des grands bastions.

En outre, des flancs retirés, couverts par une sorte d'orillon, permettent de voir le saillant du grand bastion opposé.

Le bastion central dans le front de Koenisberg a un assez fort relief et porte le nom de cavalier ; sur ses flancs sont adossés des coffres bas de flanquement.

Les flancs des grands bastions sont de grands bâtiments casematés à 2 ou 3 étages flanquant le fossé au bastion central. L'étage supérieur peut même battre la brèche du bastion opposé.

Dans certains bastions, les casemates des 2 flancs d'un même bastion sont réunies par leur tête par une construction arrondie. Il en résulte à la gorge du grand bastion une vaste caponnière en fer à cheval, analogue à celle qui avait déjà été construite antérieurement dans le front de Posen. Cette caponnière est à 3 étages ; l'étage inférieur est crénelé pour la fusillade ; les deux autres ont des embrasures. Elle peut être organisée en réduit pour la garnison, à laquelle d'ailleurs elle offre déjà un casernement.

Les grands bastions ont une escarpe revêtue en maçonnerie sur toute leur hauteur. Pour le cavalier et les courtines, ce n'est qu'un demi-revêtement surmonté d'un mur détaché avec chemin de ronde et créneaux.

Enfin le dernier type que nous ayons l'intention de citer de la fortification polygonale pour les fronts des grandes enceintes, c'est celui dû au Général Belge Brialmont et appliqué à la place d'Anvers (Voir le modèle en relief).

En 1860, la Belgique, sous l'empire de considérations aussi bien politiques que militaires, résolut de démolir les diverses places fortes assez nombreuses qu'elle possédait alors et dont la réédification et l'amélioration s'étaient faites avec les indemnités de guerre que nous avaient imposées les Traités de 1815.

Pour remplacer ces défenses, la Belgique résolut en même temps de concentrer toutes les ressources dont elle pouvait disposer sur une seule place à l'une des extrémités du territoire belge à Anvers,

dont le site se prêtait admirablement à la fortification, et plus encore à l'appui matériel et moral qu'à moins de conjonctures bien difficiles à prévoir, l'Angleterre ne manquerait pas d'apporter à l'indépendance de cette parcelle au moins du territoire Belge.

Ce but assez évident, assez expliquable mais qui n'a jamais été avoué naturellement au moment des débats qui ont eu cette création pour prétexte, soit dans le Parlement Belge, soit dans les discussions purement militaires, a été au fond l'origine de bien des idées fausses sur le rôle de la fortification dans la défense d'un pays, et le créateur de ce remarquable ensemble de fortification, le Général Brialmont a sur la conscience d'avoir propagé un certain nombre de paradoxes qui ont peut-être eu une influence directe sur certains évènements de la guerre de 1870.

Quelque contestables qu'aient été certaines des théories du Général Brialmont, écrivain militaire prolixe en même temps qu'Ingénieur, il n'en existe pas moins à Anvers une œuvre remarquable et certainement l'une des places les mieux entendues de l'Europe.

La place d'Anvers est fortifiée de la manière suivante; elle comprend:

1° Une enceinte continue, à fossés pleins d'eau et tracée dans le système polygonal (c'est de celle là que nous allons seulement aujourd'hui nous occuper) sur la rive droite de l'Escaut, avec des défenses pour la gorge sur la rive gauche.

Cette enceinte composée de 12 grands fronts s'appuie en aval à un très grand fort fermé, appelé la citadelle du Nord; elle se termine en amont à l'emplacement de l'ancienne citadelle du Sud assiégée en 1832 et que l'on démolit aujourd'hui.

2° Une ceinture de 8 forts détachés, très considérables et dont la distance à la place varie entre 3,000 et 4500$^{m}$.

3° Des défenses de l'Escaut inférieur.

Des inondations très importantes dans les terrains conquis sur la mer et qui sont à 1$^{m}$50 à 2$^{m}$ au dessous du niveau des hautes marées protègent toute la partie inférieure. Mais partout l'eau se

remonte à peu de distance au dessous du sol, de telle sorte que les fossés des 12 fronts de l'enceinte sont pleins d'eau.

L'enceinte a été tracée à environ 2,000$^{m}$ des anciens remparts. Le développement total est approximativement de 13 Kil. pour 12 fronts, ce qui indique que leur moyenne est supérieure à 1.000$^{m}$. Nous sommes loin, on le voit, de ces timides côtés extérieurs de 360 à 400$^{m}$ que le Génie Français construisait à la même époque. Avec des lignes de défense qui vont jusqu'à 500$^{m}$, il n'est donc plus possible de compter sur le flanquement par la mousqueterie qui risquerait d'être inefficace. Mais même sur les fronts des plus grands, la ligne de défense est inférieure à 600$^{m}$ bonne portée de la mitraille ; le développement d'Artillerie bien abritée permet d'espérer que cette défense ne resterait pas inefficace.

D'ailleurs de larges fossés pleins d'eau et un talus très raide, à 2/3, de 12 à 15$^{m}$ de hauteur au dessus de l'eau, ont paru un obstacle assez sérieux pour permettre de conserver l'escarpe à terre coulante.

Dans les fronts en ligne droite situés au milieu de l'inondation d'aval, la caponnière tient à l'escarpe et renferme sur chaque flanc 6 pièces casematées.

Dans les autres qui sont conformes au modèle en relief, la caponnière est séparée du Corps de place.

Elle contient 14 pièces casematées sur chaque face.

Le milieu du front est rentré en arrière et seul revêtu.

---

# 8$^{e}$ Leçon.

Nous avons vu jusqu'ici les différentes formes usitées dans la fortification, mais nous n'avons parlé que d'une manière générale du mode d'action que ces diverses formes pouvaient avoir sur l'assiégeant.

Il est nécessaire maintenant d'examiner de plus près comment aura lieu cette action extérieure, comment ces grosses masses inanimées qui composent la fortification, ainsi que le disait Vauban, peuvent se vivifier en quelque sorte sous l'action des défenseurs.

Lorsqu'une place est assiégée et que l'armée qui entreprend

le siège s'installe autour de la place, ce qui fixe la limite à laquelle s'arrêtera cette armée, ce qui l'empêche de resserrer davantage le défenseur, c'est particulièrement la portée des armes de la défense et surtout celle de la plus efficace de ces armes, celle de l'Artillerie. Au début d'un siège, surtout pour les grandes places, les forces actives dont peut disposer la place concourent à agrandir le périmètre de l'investissement, mais c'est surtout grâce à la portée de son Artillerie qu'une telle défense extérieure peut être entreprise comme elle a eu lieu à Sébastopol, à Paris, à Belfort, à Plewna.

Dès le début d'un siège, l'Artillerie joue donc dans la défense le rôle capital. Elle fixe à l'ennemi la zône dans laquelle il ne doit pas entrer sans user d'industrie, sans se protéger par des terrassements et des tranchées.

Aussi le premier soin de l'assaillant est-il de chercher à prendre la supériorité sur l'Artillerie opposée par un déploiement de batteries considérable qui luttent avec l'Artillerie de la place, cherchent à la ruiner, à la réduire au silence. Cette lutte commence de loin. Pendant le siège de Paris, ces batteries qu'on appelle aujourd'hui batteries de première période étaient établies parfois à des distances considérables, plus de 4000ᵐ. En face d'une Artillerie bien servie, il n'est pas présumable qu'on puisse les rapprocher de la place à moins de 1,800 ou 2000ᵐ.

Ainsi une première lutte a lieu tout d'abord à grande distance. Généralement cette lutte est favorable à l'attaque qui dispose de moyens plus puissants, qui peut avoir une Artillerie supérieure en nombre, mais non en calibre, à celle de l'assiégeant. En tous cas, sa suprématie, sans arriver à une destruction totale, doit s'affirmer assez pour permettre d'entreprendre les premiers travaux du siège, la première parallèle ou ce qui en tiendra lieu.

Cependant il existe un exemple mémorable où dans cette première lutte d'Artillerie la supériorité est restée à la défense.

Après la bataille de l'Alma, l'armée Anglo-Française tourna complètement la place de Sébastopol, se porta vers le Sud pour y chercher surtout un port capable d'offrir un point de débarquement commode aux incessants convois qu'elle allait être obligée de réclamer à

la mère-patrie ; elle résolut d'entreprendre le siège de la place de ce côté du Sud, et elle ouvrit la tranchée devant les mauvais ouvrages de la place à 1,000$^m$ ou 1200$^m$ pendant que les Russes se hâtaient de mettre en batterie l'armement gigantesque que leur offrait l'arsenal maritime en ce point.

A cette époque les premières batteries ne pouvaient se mettre aussi loin qu'aujourd'hui. On en était encore, avec la portée des armes d'alors, aux traditions de Vauban ; mais en présence du calibre des pièces de marine qui formaient l'armement, force était déjà de rester en arrière des limites qu'il avait indiquées pour l'établissement des premières batteries et on s'était placé à une distance de 1.000 à 1200$^m$.

Le jour même de l'ouverture du feu, notre Artillerie fut en prise à un tel ouragan de projectiles qu'il fallut suspendre partout le tir au bout de quelques heures, et le résultat fut que du mois d'Octobre au mois d'Avril, les travaux durent rester à peu près stationnaires jusqu'à l'arrivée des renforts d'Artillerie.

Des circonstances tout-à-fait exceptionnelles se présentaient à cette occasion ; il ne serait pas impossible cependant d'en rencontrer d'analogues dans quelques unes de nos grandes places, si l'on considère le puissant matériel qu'elles renferment et en même temps les difficultés énormes du transport et de l'approvisionnement d'un parc de siège. Les Allemands ont rencontré ces difficultés pour le siège de Paris et s'ils n'ont pas bombardé plus tôt, s'ils ont attendu jusqu'au 27 Décembre, malgré les cris que cette apparence d'humanité faisait pousser à toute l'Allemagne, c'est qu'ils n'étaient pas en mesure de le faire.

Ainsi cette première lutte d'Artillerie a une importance considérable.

Dès que les travaux sont entrepris pour s'avancer sur la place, c'est encore l'Artillerie de la défense qu'il y a le plus à redouter ; pour obtenir des effets plus précis et plus puissants, pour faire brèche de loin, il faut que l'Artillerie de l'attaque se rapproche. Mais en même temps qu'elle se rapproche, elle s'expose davantage aux effets de l'Artillerie de la place. Si par des dispositions convenables, la défense, à ce moment, est parvenue à conserver intacte une partie de son matériel, si ce matériel est assez mobile pour paraître à l'improviste sur des points

convenablement choisis, et y prendre brusquement la supériorité sur un certain nombre de batteries qu'elle aura prises pour objectif, la défense peut causer des embarras considérables à son adversaire, l'obliger à des déplacements de matériel, à des remaniements de travaux énormes.

Ainsi, jusqu'au dernier moment, du moins dans les grandes places, la lutte est presqu' exclusivement une lutte d'Artillerie. Cela ne suffit pas évidemment dans un siège; il faut encore des travaux pour se rapprocher de l'adversaire; il faut des feux d'Infanterie pour les défendre; mais cependant c'est à l'Artillerie que revient la part principale.

Dans les sieges d'autrefois, on distinguait deux périodes très tranchées, la défense éloignée, la défense rapprochée. La défense éloignée était celle qui comprenait la lutte d'Artillerie dont je viens de parler; la défense rapprochée commençait au moment où les travaux de l'assiégeant se développaient sur les glacis à proximité des efforts immédiats de l'assiégeant, de ses petits projectiles tels que petites bombes, grenades, pierres même, ou des petites sorties sur les glacis.

C'est cette dernière période que la plupart des Ingénieurs du 18e Siècle ont mis leur esprit inventif à améliorer. Il n'est pas de petites chicanes, de dispositions ingénieuses pour les crochets de chemins couverts, de petits abris ménagés pour 3 ou 4 hommes dans les saillants, qui n'aient vu le jour à cette époque; de là le caractère étriqué et mesquin que la fortification n'avait pas tardé à prendre sous l'empire de ces considérations.

La période de défense éloignée était au contraire complètement négligée. On avait en effet observé que les places en général trop mal approvisionnées en matière d'Artillerie pour lutter efficacement contre l'Artillerie de l'assiégeant, se trouvaient au bout de quelques heures de lutte complètement reduites au silence, avec leurs pièces démontées, leurs affûts brisés. Aussi une des prescriptions de Cormontaingne était-elle, aussitôt qu'on constatait la supériorité de l'Artillerie de l'attaque, de faire disparaître ses propres pièces, de désarmer le front attaqué et de ne continuer la lutte que par quelque canon mieux couvert ou situé sur des fronts latéraux moins menacés.

Cette prescription a été religieusement observée dans nombre

de défense, et elle est au moins singulière ; car en poussant le raisonnement un peu plus loin, on aurait pu tout aussi bien dire que l'Artillerie de la défense étant nécessairement toujours inférieure à celle de l'attaque à un moment donné, mieux vaut ne pas entamer la lutte et désarmer les ouvrages dès qu'ils sont attaqués. Si personne n'a osé aller jusque là en théorie, peut être pourrait-on trouver quelques évènements historiques récents où on a implicitement admis cette conséquence.

Quoiqu'il en soit, on ne peut méconnaître que sur la fortification, l'Artillerie ne soit dans une certaine infériorité vis à vis de l'attaque, même sans tenir compte de la supériorité numérique que celle-ci peut en général s'attribuer. L'attaque occupera presque toujours une position enveloppante ; elle peut donc, tout en se dispersant et offrant moins de prise à son adversaire, faire converger son feu sur un point précis où l'Artillerie est généralement condensée. La défense est donc naturellement amenée à rechercher certaines dispositions pour protéger ses pièces et leurs servants et c'est l'examen de ces dispositions qui fera le sujet de cette conférence.

Les procédés employés pour protéger l'Artillerie sont de deux espèces. Les uns appartiennent en propre à la fortification, les autres sont au contraire inhérents à la pièce ou à l'affût. Nous pourrions même ajouter une 3e espèce dans laquelle les deux précédentes sont combinées, comme dans les coupoles ou tourelles cuirassées.

Si nous examinons la protection que la fortification apporte à l'Artillerie, nous trouvons d'abord le parapet qui l'abrite des coups directs. Mais le plus souvent si le parapet était continu, la pièce ne pourrait tirer au dessus. Dans ce cas, on entaille une embrasure dans le parapet, et on revêt ses parois, ses joues, de gabions ou de clayonnages. Cette embrasure limite le champ de tir ; mais elle limite également les coups qui pourraient la frapper. Elle présente donc, ou plutôt elle présentait du temps de l'ancienne Artillerie, un certain bénéfice et presque toutes les batteries dans un siège, aussi bien à l'attaque qu'à la défense se faisaient à embrasures.

Mais cette embrasure a un grave inconvénient, elle découpe

avec netteté sur le ciel l'emplacement de la pièce ; elle en fait le point de mire très apparent de l'Artillerie ennemie, qui aujourd'hui lancera ses projectiles à coup sûr dans la large baie qui s'ouvre devant elle, qui démolira les joues, renversera les gabions et obstruera complètement le tir, à supposer qu'elle épargne la pièce elle-même. Mais outre les obus, il y a aussi à redouter les balles pour les servants, et pendant la guerre de Crimée, nos tirailleurs firent le plus grand mal aux artilleurs Russes. Embusqués dans des trous de tirailleurs en avant des tranchées, ils envoyaient une grêle de balles dans les embrasures à chaque mouvement qu'ils discernaient, ou la nuit lorsque la lumière indiquait le départ d'un projectile. Pour s'en préserver, les Russes couvraient leurs embrasures avec des portières en cordages qui arrêtaient très bien les balles d'alors, mais qu'il faudrait faire beaucoup plus lourdes et plus difficiles à manier pour résister aux projectiles actuels.

Je devais signaler ici la nécessité de protéger les servants en même temps que le matériel, car c'est aussi une manière de réduire l'Artillerie au silence que d'empêcher son service. A ce propos, il est bon de citer l'exemple instructif du siège de Strasbourg, où les Allemands semblent avoir eu particulièrement ce mode d'action en vue. Les obus à balle entrent en effet pour une proportion énorme dans le total des coups tirés par chaque pièce, et cette proportion varie entre le 1/6 et la 1/2 des coups tirés.

Cette double préoccupation de la protection des servants et de la protection du matériel a conduit au dispositif adopté sur tous nos ouvrages de récente construction.

L'embrasure proprement dite, c'est-à-dire l'entaille du parapet est supprimée. Toutes les pièces sont montées sur des systèmes d'affûts permettant, sinon de tirer complètement à barbette, c'est-à-dire au dessus du parapet, du moins par une très faible dépression dans ce parapet et peu sensible à quelque distance. Chaque pièce est encadrée entre deux traverses de manière à garantir des coups obliques et ces traverses débordent la masse générale du parapet d'une hauteur de 2m. L'épaisseur à la

partie supérieure est de 4$^{m}$. ; les dimensions générales, l'écartement des traverses, la raideur des talus est réglée de telle sorte que la pièce elle-même est protégée des coups au 1/4. Cet écartement est d'environ 19$^{m}$., et ce chiffre peut faire comprendre l'inconvénient inévitable, il est vrai, de cette disposition, c'est d'absorber une énorme proportion de la crête du parapet et de réduire par conséquent l'espace utilisable par l'armement.

Ces traverses sont évidées et contiennent une petite galerie maçonnée large de 2$^{m}$.50, haute de la même quantité sous clef et qui sert d'abri, soit au matériel ou aux hommes sur le rempart, soit aux munitions. Généralement les traverses alternent pour ces deux destinations sur le rempart. Lorsque l'abri sert de magasin aux munitions, il est séparé par un petit mur des galeries de circulation en arrière, de manière à éviter les chances d'accident ; et un homme seul y séjourne et passe les charges et les projectiles à ses camarades.

Le long du parapet, une petite communication voûtée met en relation la plate-forme avec l'intérieur des abris et permet aux servants de se mettre à couvert et d'accéder aux magasins à munitions sans les obliger à passer par la queue de la plate forme.

Cette disposition offre une sécurité très grande pour les servants, tant que le tir contre la partie de l'ouvrage considéré n'est pas trop précipité et n'a pas lieu à trop courte distance. On arrive en effet assez rapidement à distinguer les batteries ou les pièces qui ont pris la pièce considérée comme objectif. En plaçant un observateur attentif, surveillant les pièces ennemies qui tirent sur la partie de fortification considérée, cet observateur n'a qu'à signaler le moment où la lumière du coup lui indique qu'une de ces pièces vient de faire feu, et le temps que met le projectile à arriver est souvent assez considérable pour que les servants aient le temps de s'abriter. Pendant le siège de Paris, on plaçait ainsi des guetteurs munis de cornes comme celles des gardes barrières des chemins de fer, et au signal qu'ils donnaient tout le monde se terrait.

Avec notre ancienne pièce de 24 de place, la durée du trajet à 2000$^{m}$. était de 10" et à 3600$^{m}$. de 20". Cette durée est réduite dans les nouvelles pièces ; ainsi avec le 138, elle est encore de 7" à 2000$^{m}$.

Lorsqu'on se hâte, on peut faire bien du chemin dans les 4 ou 5 secondes qu'on a encore à sa disposition.

Malgré les avantages que cette disposition de l'Artillerie sur les remparts peut offrir au point de vue de la sécurité, on doit reconnaître cependant qu'on est loin d'être arrivé à une solution satisfaisante de l'important problème que nous considérons ici.

On repousse les embrasures parcequ'elles découpent sur le ciel l'emplacement exact de la pièce, qu'elles la repèrent pour le pointeur ennemi; mais cette indication est tout aussi nette, tout aussi précise par la large découpure que dessinent les deux grandes traverses aujourd'hui employées et qui débordent la crête de 2m. Il est facile au pointeur ennemi de viser le centre de ce court espace inférieur, qui n'a qu'une dizaine de mètres et il est certain de viser la pièce elle-même. Malgré tous les palliatifs recherchés, ce procédé est en somme barbare; il dessine l'emplacement de la pièce, il limite le champ de tir horizontal qui n'est que de 90°; il absorbe une part énorme du parapet, et cependant nulle part encore on n'a trouvé beaucoup mieux, puisque chez toutes les puissances étrangères, c'est ce procédé ou quelque chose de très approché qui est employé pour protéger l'Artillerie.

Pour remédier à l'un au moins des inconvénients signalés, c'est-à-dire aux facilités de tir que la grande découpure des traverses donne aux batteries ennemies, on a développé sur tous les talus, sur toutes les plongées des nouveaux ouvrages en construction, de vastes plantations d'arbustes touffus, dont vous ne pourrez voir encore le résultat dans les ouvrages que vous aurez occasion de visiter, parce que ces plantations sont encore trop jeunes. — On espère ainsi faire d'une ligne de fortification un massif de verdure, dérobant à la vue de l'extérieur les formes du parapet, et au travers duquel il suffirait de ménager quelques trouées peu apparentes pour permettre le tir de l'Artillerie. Mais ce n'est évidemment là qu'un expédient bon tout au plus pour les premiers moments du siège et il n'est pas étonnant qu'on ait cherché d'une autre manière à parer aux inconvénients signalés.

On a cherché d'abord à soustraire l'Artillerie aux effets des projectiles ennemis par une grande mobilité; on s'est dit que si la pièce n'arrivait dans sa position de tir que juste au moment de faire feu et

se dérobait ensuite, elle pourrait n'être que très peu exposée. Si par exemple une même pièce a à sa disposition 2 ou 3 emplacements tels que ceux que nous indiquions tout à l'heure, l'ennemi sera dans l'indécision sur le point où il doit faire converger son feu; au moment où il se disposera à répondre, au moment où la pièce aura envoyé 3 ou 4 obus, elle disparaîtra pour reparaître quelques instants après à une autre embrasure.

Cette manoeuvre rencontre d'assez grandes difficultés tenant au poids du matériel à déplacer sur un parapet défoncé par les obus et souvent aussi peu résistant à la suite des pluies. Elle ne serait guère réellement praticable que pour des pièces légères et par conséquent peu puissantes. Cependant, il serait possible d'en attendre dans certains cas de très bons effets grâce à l'emploi de ces petits chemins de fer portatifs dont l'emploi depuis quelques années tend à se généraliser.

Mais, on le comprend facilement, si l'on peut réussir à soustraire ainsi son matériel aux effets de l'Artillerie ennemie, ce n'est qu'aux dépens de l'action d'une partie de la fortification, puisque pour que ce procédé soit efficace, une seule pièce doit pouvoir disposer d'une grande longueur de crête. Ce ne sera donc pas dans des ouvrages limités, mais sur de longues crêtes de fortification qu'il y aura à attendre un bon résultat du déplacement facile qu'on se sera ménagé pour son Artillerie. Et le lieu le plus favorable à son emploi sera dans la défense des intervalles des forts d'une place.

On a cherché à résoudre le problème qui nous occupe sous une autre forme qui paraît appelée à plus d'avenir, si le matériel arrive à se simplifier. On s'est dit que ces énormes traverses n'avaient pour but que de protéger la pièce latéralement et d'une manière constante; et que le but serait atteint d'une manière suffisante si la pièce ne restait en prise à ces coups latéraux que juste le temps nécessaire au départ du projectile et si elle s'abaissait ensuite immédiatement derrière le parapet et entre les traverses de la quantité nécessaire pour lui donner une protection efficace. De cette façon les traverses ne débordent plus le parapet, l'ennemi n'aperçoit qu'une longue ligne droite au dessus de laquelle apparaissent à des intervalles irréguliers une bouche à feu dont le coup part

immédiatement, en même temps que la pièce s'abaisse, il ne sait au juste où diriger son tir et si le mécanisme est bien disposé, le temps qu'il faudra pour constater l'apparition de la pièce, faire feu et donner en même temps au projectile la durée nécessaire à son trajet, sera suffisant pour que la pièce soit déjà à l'abri lorsque le projectile arrivera.

On a cherché à obtenir ce résultat par deux procédés ; les affûts à éclipse ou les plate formes à éclipse. Il n'y a jusqu'ici que le premier des deux procédés qui, à ma connaissance, ait été appliqué. Dans tous les systèmes d'affûts à éclipse, on profite du recul du canon pour le faire tomber d'une certaine quantité au dessous de sa ligne de tir.

Le premier en date, en service sur quelques points en Angleterre, est celui du Capitaine d'Artillerie de la Milice Ecossaise Moncrief. Il repose sur cette idée qu'il est possible d'absorber la force vive de recul de la pièce et le travail dû à l'abaissement de la pièce au dessous du parapet par le travail produit dans l'élévation d'un contre-poids convenablement disposé. La masse de ce contre poids est choisie assez grande pour que sa course verticale soit faible, il peut donc en résulter pour le système tout entier un certain abaissement au dessous de la crête. Mais la masse de ce contre poids est énorme dans ce cas, et c'est là un inconvénient grave.

L'Amiral Labrousse a fait construire un affut à éclipse dans lequel la force vive de recul et le travail d'abaissement de la pièce sont emmagasinés dans des ressorts. Un type de ce système existait pendant le siège de Paris, mais sur un point où il n'a pas eu à recevoir de projectiles. Néanmoins la pièce a tiré un grand nombre de coups, que l'affût a parfaitement supportés. L'épreuve pratique du système a donc réussi ; reste à savoir si le système en lui-même réalise avec une économie suffisante les conditions de sécurité qu'on est en droit d'en attendre.

Le canon est supporté par un parallélogramme articulé qui permet le rabattement de la pièce parallèlement à elle-même.

Un des bras du parallélogramme actionne par son extrémité inférieure un tirant qui traverse un certain nombre de rondelles Belleville formant ressort.

Le défaut du système est ce rabattement en arrière qui laisse la

pièce exposée aux coups plongeants rasant la crête. C'est un procédé qui permet d'échapper aux vues mais qui ne protège peut être pas assez le matériel lui-même.

Les Américains ont essayé des dispositifs du même genre en employant l'air comprimé comme ressort. Ils l'ont du premier coup appliqué à une pièce très lourde, la pièce de 9 pouces ou 27$^{c}$ de diamètre environ. Les résultats ont été bons également.

Mais les défauts que je signalais restent les mêmes. Il faudrait pour compléter le système que la pièce rabattue pût se loger sous le parapet, mais alors la question se complique. Pour que le logement sous le parapet soit réellement à l'abri il lui faut 2$^{m}$ de sable, 1$^{m}$ de maçonnerie. L'abri ne peut guère avoir moins de 1$^{m}$80 à 2$^{m}$ sous clef; le terre plein sera donc à 5$^{m}$ en dessous de la crête. Pour venir se remiser sous cet abri, il ne faudrait pas moins d'un abaissement de 3$^{m}$50 à 4$^{m}$ au dessous de la position de tir.

C'est à peine si les modèles que j'indiquais arrivent à la moitié de cet abaissement.

On a alors parfois cherché la solution autrement; la pièce tire sur des affûts peu différents de l'affût ordinaire; c'est la plate forme toute entière qui, au moyen de contre poids et de suspensions convenables, s'élève dans une sorte de puits dès lors assez profond pour que le matériel puisse, pour le chargement et dans les intervalles de tir, être remisé sous les abris. Mais ce système n'a nulle part été essayé. Et cependant il est manifeste que si l'on avait une ligne de fortification qui de l'extérieur parût absolument droite, si l'on avait des puits entaillant le parapet et permettant l'abri contre les coups d'écharpe et en même temps une circulation absolument sûre dans le massif même, on réaliserait dans la fortification un progrès énorme.

Toutes ces dispositions particulières sont uniquement des palliatifs et l'idée la plus naturelle devait être d'abriter l'Artillerie sous des constructions suffisamment résistantes.

Nous avons eu occasion déjà de dire dans quelles circonstances les anciennes fortifications avaient employé des casemates pour couvrir l'Artillerie, principalement celle qui servait au flanquement

des fossés. Nous avons parlé des tours employées par Vauban dans les fortifications de Landau ou de Neufbrisach et plus récemment des tenailles aux flancs casematés de Chasseloup-Laubat. Le flanquement des fossés dans la fortification employée aujourd'hui se fait par des caponnières qui présentent, au point de vue de l'Artillerie, une disposition analogue.

Pour éviter que ces caponnières dans les fossés exposés à être pris d'enfilade à une certaine distance ne soient démolies de loin, on les fait précéder d'une sorte de visière organisée de telle sorte que le coup le plus bas de la contre batterie vienne frapper dans un massif très épais en maçonnerie de gros matériaux ou en béton de ciment. La destruction d'une telle voûte et du massif qui la surmonte serait une opération très longue avec l'impossibilité où l'on est de suivre les progrès de la destruction et de rectifier le tir. Les décombres ne risquent pas d'obstruer l'embrasure parce qu'ils tombent dans le fossé ménagé en avant, lequel a tout autant cette destination que celle de préserver les embrasures généralement larges, de l'irruption des assaillants descendus dans le fossé.

Mais il est manifeste que cette disposition ne répond pas encore au but particulier que nous poursuivons aujourd'hui. La casemate à canon ainsi formée n'a qu'un rôle extrêmement restreint, conserver le plus longtemps possible l'Artillerie qui doit empêcher le passage du fossé, mais non lutter avec l'Artillerie ennemie; sa construction, la présence de la visière s'y opposent complètement.

La première proposition et le premier essai de casemate à canon destinée à lutter avec l'Artillerie ennemie sont dûs à Montalembert et inspirés par la similitude que ce Général cherchait à établir entre les escarpes et les murailles des navires. Il espérait que l'immense déploiement d'Artillerie qu'il projetait serait de nature à dominer l'Artillerie adverse et il comptait éviter ainsi les effets désastreux de cette Artillerie sur les maçonneries, effets depuis longtemps reconnus. Cette présomption n'a pas reçu la consécration d'une expérience de guerre, car il n'a pas été construit d'escarpes dans ce système; mais on a vérifié expérimentalement dès le 18e siècle les effets de l'Artillerie sur une tour d'un système

qu'il avait proposé. Les effets sur la maçonnerie de cette tour, sur les embrasures qui la perçaient comme les sabords d'un navire, furent assez concluants pour faire définitivement renoncer à couvrir des pièces par une maçonnerie en prise directe aux coups de l'Artillerie adverse.

Sous la Restauration, le Général Haxo fit faire un pas considérable à la question en donnant un type de batterie couverte où les maçonneries n'offraient plus aux projectiles qu'une surface extrêmement réduite, tout le reste étant couvert par de la terre, le meilleur obstacle qu'on puisse opposer aux projectiles.

Cependant ce dispositif présente encore un grave inconvénient. Malgré la terre dont la maçonnerie est précédée, il reste encore trop de celle-ci à découvert, surtout en présence de l'Artillerie rayée aujourd'hui si précise. Dès que les cuirassements eurent définitivement envahi le bordage de tous les vaisseaux de combat, l'idée devait donc venir naturellement d'accorder à l'Artillerie sur la fortification la même protection qu'à l'Artillerie sur les navires.

La partie commune à tous les projets qui ont été présentés à ce sujet consiste dans une muraille métallique plus ou moins analogue au bordage des vaisseaux cuirassés et qui protège le front de la voûte recouvrant la pièce.

Dans les premiers essais, on fit une muraille semblable à celle d'un vaisseau cuirassé en bois. Les plaques étaient retenues par des vis à bois munies d'une tête carrée pour les enfoncer et pénétrant dans la double paroi de bois qui forme la muraille du navire

Au lieu d'un bordé en bois, les Anglais ont cherché à constituer un matelas élastique en arrière de la plaque de cuirassement au moyen de deux cours de fers en U recroisés à angles droits et dont les interstices sont remplis de bois de teck. En même temps la partie intérieure est revêtue d'une tôle épaisse qui a la propriété précieuse d'empêcher un projectile perçant la cuirasse de faire voler le bois en éclats à l'intérieur de la batterie. Le dégât se réduit à un trou cylindrique dans la muraille, tandis qu'en l'absence de cette tôle les débris projetés peuvent s'élever parfois à plus d'un mètre cube.

Avec cette disposition, le système des vis à bois ne peut plus

être employé, on se sert de boulons et voici le système employé aux tourelles d'Anvers sur le bas Escaut.

Le boulon traverse toute l'épaisseur. Sa tête formée aussi par un écrou est noyée dans un logement dont la partie inférieure est en calotte sphérique. A l'autre extrémité l'écrou repose sur une cuvette en fer forgé, séparée de la tôle intérieure par une rondelle de caoutchouc de 25 m/m d'épaisseur. Cette disposition a pour objet d'empêcher les têtes des écrous d'être guillotinées sous l'influence du choc d'un projectile contre la muraille.

Enfin je citerai encore une autre disposition employée en Angleterre pour les boucliers destinés à protéger les batteries de côté contre l'effet des gros projectiles de la Marine. Elle consiste dans l'emploi de 3 plaques de 15 c. d'épaisseur séparées par une sorte de ciment de fer composé de tournure ou de copeaux de fer et de goudron.

En résumé, une muraille cuirassée se compose toujours d'une plaque résistante appuyée à un dispositif plus ou moins déformable. Cette condition est essentielle, car toutes les fois que la plaque en fer laminé repose sur la maçonnerie, elle vole en éclats sous le choc des projectiles.

Lorsqu'il s'agit de préparer l'emploi de ces moyens défensifs dans nos nouveaux ouvrages de défense, on réunit à Gâvres une Commission d'expériences qui est arrivée à des résultats très satisfaisants et que je suis d'autant plus à l'aise pour vous signaler qu'une part importante de ces résultats y est due à un Ingénieur des Ponts et Chaussées, membre de la Commission, Mr. Bourdelles.

Les travaux de la Commission des Cuirassements ont porté sur l'effet des projectiles frappant des plaques de fer laminé allant jusqu'à 30 c. d'épaisseur.

On connaissait déjà des résultats très importants sur l'effet des projectiles sur les bordages des navires; on avait pu constater que lorsqu'un projectile cylindre-ogival en acier rencontre une plaque, il refoule le métal latéralement et détermine un bourrelet tout autour du point frappé. Si la plaque est très épaisse ou la vitesse d'arrivée insuffisante, le projectile s'encastre dans la plaque où il reste en quelque sorte rivé. Si la

plaque est d'une épaisseur telle que le projectile possédant la vitesse convenable puisse la traverser, il se produit un trou cylindrique et l'on constate en même temps que la déformation de la surface ne s'étend qu'à une faible distance de l'empreinte projectile. Enfin lorsque plusieurs projectiles viennent à frapper la même plaque, il se produit au bout de quelque temps des fissures qui presque toujours passent par les trous de boulons, lesquels constituent naturellement des points faibles.

Pour compléter ces indications qui suffisaient pour les navires, la Commission avait à examiner comment se comportent ces plaques sous l'action d'un tir concentrant un certain nombre de projectiles sur le même point. Dans le tir à terre, sur une batterie ne présentant qu'une surface limitée et soumise à un tir précis, l'action des projectiles arrivant successivement au même point était à considérer tandis que sur des navires, deux projectiles frappant au même point ne constituent qu'un accident très rare.

Le premier résultat des expériences entreprises dans cet ordre d'idées a été qu'il fallait environ 200 obus de 16$^c$ tirant à 1000$^m$ pour produire une brèche dans une muraille dont l'épaisseur de cuirassement serait de 0.30$^c$.

Avec des projectiles de campagne, il ne faudrait dans les mêmes conditions qu'une épaisseur de 0.20 pour la plaque.

On a trouvé en outre que le procédé le plus simple et le plus économique pour appuyer les plaques était un matelas en sable d'une épaisseur convenable.

Quant au genre de maçonnerie qui donnait les meilleurs effets on a reconnu que c'était le béton de ciment pourvu que cette maçonnerie fût recouverte d'une couche de sable de 1$^m$80 à 2$^m$ d'épaisseur au moins.

Quand ces premiers résultats furent obtenus, un spécimen de batterie cuirassée fut construit, soumis à un tir d'épreuves et en présence des bons résultats obtenus, des casemates du même modèle ont été construites dans certains des forts de la haute Moselle.

Ces casemates n'ont été disposées que pour résister au tir prolongé du canon de campagne; mais elles résisteraient encore pendant quelque temps au tir du canon de siège.

Ce modèle se compose d'une plaque de 0.20 d'épaisseur séparée

de la voûte en béton de ciment par un intervalle de 0.40 rempli de sable. La voûte se raccorde avec deux merlons composés de caisses en métal remplies de béton. La partie antérieure de la voûte est couverte par une plaque de 5$^{c}$ séparée de la maçonnerie par 0.12$^{c}$. de sable.

La partie faible de ces dispositions, c'est l'embrasure. Avec la précision actuelle du tir, la probabilité d'atteindre cette embrasure est toujours très grande si réduite que soit cette embrasure et l'effet produit par un projectile pénétrant dans une casemate est assez redoutable pour que l'on se préoccupe de supprimer ce danger. Différents dispositifs furent étudiés pour l'obturation des embrasures. Celui qui a donné, du moins contre le tir répété du canon de campagne, les résultats les plus satisfaisants est l'obturateur du Capitaine du Génie Mongin, secrétaire de la Commission des cuirassements et auquel on doit la presque totalité des dispositifs soumis aux expériences et des projets qui sont aujourd'hui en exécution dans les nouveaux ouvrages de défense.

L'obturateur du Capitaine Mongin consiste en un disque formé d'une plaque circulaire en fer laminé de 0$^{m}$20 d'épaisseur, tournant autour d'un axe horizontal situé en dessous de l'embrasure et protégé par le massif du parapet. Ce disque est percé de deux trous situés sur un même diamètre et que pour le tir on fait coïncider l'un avec un repère placé à la partie inférieure de la casemate, de manière que l'autre soit exactement en face de l'embrasure. Pour former l'obturation, il suffit de tourner le disque de 90°, manœuvre facile puisque le disque est en équilibre. L'expérience à laquelle cet appareil a été soumis a montré que le fonctionnement était encore très satisfaisant même après le choc d'un grand nombre de projectiles.

Ces résultats étaient déjà considérables. On a voulu les perfectionner encore en essayant d'utiliser les propriétés de la fonte dure, connue en Allemagne sous le nom de "fonte Grüson", et à laquelle on s'était arrêté dans ce pays pour la confection des tourelles. La fonte dure est caractérisée par une grande dureté superficielle qu'on obtient en coulant ce métal en coquille et qui détermine la rupture au choc de tous les projectiles quel que soit le métal employé.

La destruction des cuirassements obtenus à l'aide de cette matière a toujours lieu par rupture et jamais par perforation.

Des expériences ont été faites sur des casemates et des tourelles dont les parois exposées au choc direct des projectiles étaient formées en fonte dure. La casemate en fonte dure qui a été expérimentée et qui a servi de type pour les constructions que l'on poursuit en ce moment, est formée d'abord d'une partie antérieure, sorte de musoir dans lequel est percée l'embrasure. Ce musoir s'appuie sur un massif en béton, et il porte les plaques de ciel également en fonte qui reposent d'autre part sur une armature en tôle portant sur la voûte en béton de ciment qui constitue en arrière le corps de la casemate.

La partie faible de cette casemate, c'est l'embrasure, et si l'on n'avait pas adopté un verrou qui eût donné de bons résultats, c'eût été à renoncer à se servir de ce mode de protection.

Au moment du tir, la volée de la pièce dépasse l'embrasure de 30 à 40$^{c}$. Dans le recul, la pièce reste en arrière grâce à un déclic. Dès que le coup est tiré, le verrou remonte et forme obturation. Ce verrou est en fonte dure et soutenu par un contre poids, et il faut que la manoeuvre soit assez rapide pour que l'ennemi n'ait pas le temps, en donnant le feu dès que l'embrasure est démasquée, de faire arriver un projectile dans l'orifice qui se présente à découvert.

Si l'on suppose entre la batterie et la casemate une distance de 1,000$^{m}$ ce qui sera un minimum en face d'une artillerie de fort calibre ainsi protégée, les projectiles de l'attaque mettront environ 3 secondes à la franchir; les temps perdus peuvent être évalués à 2 secondes au maximum. On voit que pour que l'obturateur donne à la casemate une protection assurée, il est essentiel que le relèvement de cet engin et sa remise en place puissent être opérés en moins de 5 secondes.

On espère y parvenir à bras d'hommes en 4 secondes.

L'obturateur a une résistance qui peut servir de mesure à celle de la casemate. Il peut résister à environ 500 coups de projectiles de 16$^{c}$ de la Marine pesant 45$^{k}$ avec une vitesse de choc de 390$^{m}$.

Pour protéger le personnel même pendant le court espace où la pièce est démasquée, on ménage dans la voûte deux petites

chambres latérales fermées par de fortes tôles où les servants se réfugient pendant la manœuvre du verrou et tout le temps où l'embrasure est démasquée.

En somme, le personnel dans ces conditions n'a absolument rien à craindre.

Pour remédier au défaut capital de la batterie cuirassée qui est d'avoir un champ de tir extrêmement limité, on a été conduit à l'emploi des tourelles proposées pour les navires presqu'en même temps par Ericson aux Etats Unis, par le Capitaine Coles en Angleterre. La première application en fut faite au moment de la guerre de sécession dans la baie de Hampton, au début de la lutte. Le Merrimac, navire confédéré cuirassé, le 1er de cette importance, avait dispersé la flotte fédérale; il fut attaqué le lendemain par le Monitor, sorte de ponton complètement blindé dont le pont était surmonté d'une tour cylindrique, de l'apparence d'une boite à fromage, suivant l'expression pittoresque du Capitaine du Merrimac. Les deux navires entamèrent une lutte d'Artillerie de plusieurs heures sans résultats appréciables.

Les premières applications des tourelles aux vaisseaux de haut bord ne furent pas toutes heureuses. Cette masse énorme au dessus du pont présentait de grands dangers au point de vue de la stabilité et dans l'un des premiers voyages en haute mer du vaisseau le Captain, le 1er navire à tourelles de l'Angleterre, ce vaisseau sombra par un gros temps et avec lui son Commandant, le Capitaine Coles.

Les premières tourelles employées à terre furent celles que le Général Brialmont fit construire pour les forts d'Anvers. Ce modèle est très imparfait; il a été amélioré notablement depuis.

Mais le système qui paraît devoir donner les meilleurs résultats est celui experimenté à Gavres et qui repose sur l'emploi de la fonte dure.

La partie résistante de la tourelle se compose de 4 voussoirs et d'une toiture. Le poids de chacun de ces fragments est inferieur aux 22 ou 23 tonnes que peuvent transporter les chemins de fer. Un des voussoirs est percé des deux embrasures qui doivent permettre le tir des deux

pièces de la tourelle placées symétriquement par rapport à l'axe. Le tout repose sur un bâtis métallique dont la charpente inférieure pivote autour d'un axe central sur un système de galets analogues à ceux des plaques tournantes de chemin de fer. Le pivot est d'ailleurs soulevé à volonté dans un piston de presse hydraulique de manière à réduire les frottements sur la base du pivot et en même temps la pression sur la couronne des galets.

Un système particulier de transmission, formée par une chaîne à étançons logée dans une gorge en bois à la base de la charpente de la tourelle, et actionnée après plusieurs renvois par des treuils mus à bras d'homme, permet de donner une vitesse d'environ un tour par minute. Le mouvement est continu; sa vitesse correspond au temps nécessaire pour le chargement des pièces; de telle sorte que chaque fois que la tourelle revient à la même position, deux obus peuvent en partir à la fois. On a même adapté à l'appareil une disposition qui permet de donner le feu automatiquement au moyen de l'électricité, et on règle par l'observation du point de chute des premiers obus le point précis où il faut placer le dispositif de fermeture du circuit électrique qui enflamme la charge

---

# 9e Leçon

Nous avons étudié jusqu'ici les éléments dont se compose la fortification; il nous reste à examiner comment ces éléments se combinent pour constituer les positions fortifiées et ce qu'on appelle les forts isolés, les places fortes ou les camps retranchés.

Les distinctions entre ces divers ordres de position sont souvent assez peu tranchées, de telle sorte que les définitions qu'il conviendrait d'en donner, sont par cela même peu précises. D'ordinaire, on réserve la qualification de fort à un ouvrage fermé, de dimensions peu étendues et particulièrement destiné à la protection d'établissements militaires. Les forts ne contiennent donc aucune propriété particulière; aucun établissement civil.

Si les dimensions du fort augmentent, sans qu'il soit possible

d'ailleurs de préciser exactement dans quelle mesure, le fort devient une place. Généralement, la place renferme une population civile, soit que la fortification ait été élevée autour d'un centre populeux préexistant, soit que la place une fois fortifiée on ait cherché à y attirer des habitants, comme cela a eu lieu dans quelques uns des points fortifiés au XVII^e^ siècle, par exemple à Longwy dans les Ardennes, à Montdauphin dans les Alpes. Et Longwy une petite ville s'est formée ainsi, à Montdauphin, les rares constructions qu'on avait décidé quelques habitants du pays à y élever, sont aujourd'hui presqu'entièrement abandonnées et tombent en ruine.

En Russie, sur la frontière d'Allemagne, on a construit aussi de grandes places purement militaires; de telle sorte qu'il est assez difficile de saisir le caractère auquel il sera possible de distinguer un fort d'une place.

Cette idée de constituer des places purement militaires a été préconisée depuis longtemps. Déjà au XVIII^e^ siècle, le Maréchal de Saxe s'en était fait l'apôtre et elle a été reprise de nos jours par quelques écrivains. Ils pensent que, le Commandant de la place, dégagé de toute préoccupation provenant du fait des habitants, n'ayant pas à s'inquiéter d'assurer leurs subsistances, de veiller à la conservation de leurs propriétés, et délivré surtout de ces obsessions qui se font jour sous une forme quelquefois impérieuse, dès que les souffrances augmentent, aurait ainsi toute la liberté d'esprit nécessaire pour se donner seulement aux soins d'une bonne défense.

Cette opinion n'a pas été admise et la raison en est simple. L'art de la guerre dans ses grandes lignes, la stratégie en un mot, est presqu'exclusivement une question de voies de communications, et ce sont celles-ci qui de tout temps ont déterminé sur certains points les agglomérations d'habitants. Les bourgs, les villes se sont élevés aux passages faciles des grandes rivières, aux débouchés des vallées, aux points où les routes se croisent pour diverger ensuite, et les motifs qui ont déterminé la formation de centres populeux en ces localités, sont en même temps ceux qui leur donnent une importance stratégique de premier ordre et qui motivent la création de la fortification. Aussi vouloir de parti pris renoncer à fortifier ces points parce qu'ils renferment une population, serait se condamner à éloigner ses moyens permanents de défense des régions où ils seraient le plus utiles, et à faire de la fortification sans objet.

D'ailleurs il ne faut pas oublier que si une population civile présente certains inconvénients dans une place, elle n'est pas non plus sans de notables avantages. D'abord, si son patriotisme sait s'élever à la hauteur des circonstances, les habitants peuvent d'une foule de manières apporter un utile concours à la défense. En outre, les ressources industrielles de la ville, ses approvisionnements de toute nature, sont des éléments de force qu'il serait impossible de réunir ailleurs avec le même développement, et qui sont tous au bénéfice de la résistance.

Il ne paraît guère nécessaire d'insister sur cette question et l'exemple du siège de Paris semble l'avoir définitivement tranchée. Grâce aux ressources que la ville renfermait, on a habillé une armée, improvisé un matériel immense d'Artillerie, canons, projectiles, poudre et voitures; on a forgé des outils, élevé de gigantesques constructions, mais ce n'est encore là que le petit côté des bénéfices que la population a apportés à la défense. Au point de vue moral, c'est à la population, prise dans son immense majorité, que revient le mérite de la prolongation de la résistance, malgré les souffrances, les privations, la famine, malgré le bombardement, malgré le découragement, les défaillances dont certaines parties de l'armée ne donnaient que trop de preuves. – Tout cela eut-il été possible sans la population concentrée dans la grande position défensive de Paris?

On doit reconnaître cependant que ce qui a rendu utilisable ce précieux concours de la population parisienne, aussi bien moral que matériel, et ce qui a permis la longue résistance de la place, c'est que les dangers du bombardement, grâce à la présence des forts détachés, se trouvaient, sinon évités, du moins notablement réduits, et nous voici amenés à l'examen de la transformation considérable que ce système de fortification a apportée dans les conditions de la défense des places.

Dès le milieu du XVIII^e. siècle, on avait admis la nécessité de soustraire à l'incendie qu'y feraient naître si facilement les bombes et les obus, les arsenaux maritimes, où s'accumulent d'années en années des richesses dont la perte serait irréparable. Montalembert, dont j'ai souvent prononcé le nom, avait proposé pour Cherbourg l'emploi de forts éloignés de la place, et assez multipliés cependant pour que les risques d'incendie de l'arsenal fussent reculés jusqu'au moment de la chute au moins

de l'un des forts. Ce projet n'eut pas de suite; mais l'idée n'en fut pas complètement abandonnée, et certains forts avancés furent établis autour de Toulon dès cette époque.

Ce n'est qu'en 1832, à Lyon, que l'on en arriva pour la première fois en France à un emploi régulier des forts détachés, comme on les comprend aujourd'hui. Sur la rive gauche du Rhône, on créa un certain nombre d'ouvrages qui, appuyés au Rhône de part et d'autre, comprenaient alors complètement le faubourg des Brotteaux. Depuis, les faubourgs de Lyon ont débordé la limite qui leur était ainsi tracée et aujourd'hui ces ouvrages sont pour ainsi dire dans l'intérieur de la ville.

Les nombreuses discussions, les polémiques multipliées et souvent violentes qui agitèrent l'opinion publique vers 1840, au moment de la création des fortifications de Paris, vinrent seulement préciser avec netteté le rôle, encore obscur pour bien des esprits, des ouvrages avancés, du noyau défensif intérieur, et le mode de défense qu'il convenait d'y employer. Toutes ces questions furent résumées dans le rapport présenté par M. Thiers au nom de la Commission de la Chambre des Députés, et si quelques points aujourd'hui peuvent nous paraître critiquables dans ce rapport, s'il en est d'autres que l'expérience n'est pas venue confirmer, on ne doit pas oublier que les hommes d'Etat et les militaires étaient loin alors de mesurer l'importance que devaient prendre les chemins de fer 30 ans plus tard et qui seuls ont pu mettre en défaut les conceptions de 1840.

Le but principal de l'emploi des forts détachés autour des places est donc de préserver celles-ci de l'incendie et de la destruction par les projectiles de l'Artillerie. C'était en somme au début une nouvelle manière de fortifier les places, mais c'est toujours une place forte qu'on a voulu faire, c'est-à dire une place défendue par une garnison considérable sans doute, mais distincte des armées et ayant un rôle limité et parfaitement défini: tenir la position et la défendre à outrance.

Peu à peu cependant, on se laissa aller à une confusion qui finit par devenir désastreuse. En considérant le vaste espace enfermé dans le périmètre des forts extérieurs, on se dit que l'on avait là de vastes campements possibles et on s'habitua à ce nom de camps retranchés qu'on donne souvent aux places fortes de ce système, nom malheureux à bien des points de vue et qui a entraîné à sa suite une foule d'idées fausses

au point même de nous conduire finalement à une catastrophe.

On répétait, on écrivait que ces positions fortifiées pouvaient abriter une armée, après une défaite par exemple; qu'il était alors possible, grâce à la protection des ouvrages, de se refaire, de réorganiser ses cadres, de compléter ses approvisionnements avec ceux de la place, et sinon de sortir ensuite pour battre l'ennemi, du moins de le retenir en nombre considérable devant soi, et de faciliter ainsi la tâche des autres armées du pays.

Aucun de ces points ne s'est trouvé confirmé par l'expérience, et cependant les idées étaient si peu fixées à cet égard que lorsque l'armée du Rhin, après la bataille de St Privat, le 18 Août 1870, eut été définitivement rejetée sous Metz, le fait parut tout naturel et on fut près de le considérer comme une utilisation intelligente du camp retranché de cette place.

La question, on le voit, est importante et mérite qu'on s'y arrête un instant.

Examinons d'abord quelles sont les conditions qui fixent l'éloignement de la place et entre eux des ouvrages détachés?

Le but primitif, avons nous dit, est de mettre le corps de place à l'abri du bombardement. Il faut donc d'abord rejeter l'ennemi au delà de la portée maxima des pièces qu'il peut amener avec lui.

La pièce Prussienne de 15c. frettée, en acier, qui fait partie des équipages de siège, porte à 8,500m. et la moitié des coups atteint une bande de largeur indéfinie dont la longueur est de 70m.

Il faut donc aujourd'hui pour être certain d'échapper complètement aux coups du matériel de siège Allemand éloigner ce matériel à plus de 8500m. du point qu'on veut protéger.

Or, l'expérience de la dernière campagne et l'étude des résultats de tir montrent que des batteries de bombardement trouveront toujours des emplacements favorables et les moyens de les occuper malgré la défense à 2,000m. environ des ouvrages détachés de la place. Si donc on veut que ces ouvrages préservent réellement de tout danger de bombardement, il faut qu'ils soient à 6500m. au moins de la partie à protéger.

Le diamètre minimum que devrait présenter une place fortifiée dans ce système, pour que son point central n'eût à redouter aucun

projectile, serait donc de 13 Kilomètres.

A l'exception de Paris et de Lyon, aucune des places fortes de nouvelle création ne réalise cette condition; sauf ces deux places, il n'existe donc nulle part en France d'abri pour une armée tant soit peu nombreuse et dont les campements exigent une surface de quelque importance. Il ne saurait donc jamais non plus entrer dans les prévisions aujourd'hui qu'une place forte doive former un camp retranché pour une armée, c'est-à-dire un lieu de repos, un abri, où elle puisse se réfugier après un échec.

Lorsque nous parlerons bientôt de l'attaque et de la défense de ce genre de positions, nous aurons encore occasion de constater un autre point de grande importance. A supposer même que la place présente cet abri tutélaire, c'est encore le parti le plus mauvais pour une armée que d'aller le lui réclamer. Mais ce qu'il nous importe de remarquer ici c'est que cet abri n'existe réellement que sur des points très rares en Europe et qu'en réalité ces positions ne peuvent former des camps pour une armée.

Tous ceux qui ont assisté au siège de Sébastopol se souviennent encore de l'émotion causée parmi nos troupes par quelques projectiles Russes qui arrivèrent jusque sur le lieu de leur campement. Les Russes avaient enterré des canons de marine de manière à donner le maximum de portée, c'est-à-dire pointés à 45°; ils forçaient la charge au risque de l'éclatement et à chaque coup, ils replaçaient la pièce dont le recul bouleversait les terres qui la maintenaient. Cette émotion produite par des projectiles arrivant inopinément, lorsque l'on se croyait en sûreté, s'est reproduite plus tard et a eu des conséquences plus funestes. Le 9 septembre 1870, des obus Prussiens tombaient aux portes de Metz au milieu du campement de nos troupes, signifiant clairement à notre armée que son entassement sur un espace resserré la livrait à la discrétion de son ennemi, et c'est le lendemain que les pourparlers s'engageaient entre le Quartier-Général Français et celui des Allemands.

Il est à espérer que, malgré ce nom de camp retranché qu'on continue à donner encore à ces positions et que nous sommes impuissants à réformer, cette dure leçon empêchera désormais de songer à

y conduire une armée, car si étendues qu'elles soient, ces fortifications ne sont pas encore suffisantes pour leur servir d'abri.

Nous venons de voir que les forts détachés devaient se trouver à 6500.$^{m}$ au moins du point à protéger pour que cette protection fût complètement efficace contre le canon de siège Prussien de 15$^{c}$. Cette distance est naturellement variable avec la nature de l'Artillerie qu'on a à redouter. Aussi lors de l'établissement des forts de Paris de 1840 à 1843, alors qu'on ne soupçonnait pas l'Artillerie rayée, la distance des forts à l'enceinte restait-elle comprise entre 1900 et 2800$^{m}$. Mais il convient de remarquer au point de vue des effets du bombardement que la zône comprise entre le mur d'octroi intérieur et la nouvelle enceinte de Paris était loin de présenter la même agglomération d'habitations qu'aujourd'hui.

A Anvers, les forts sont à une distance moyenne de 3,000$^{m}$ seulement de la place; mais là, comme à Paris, l'enceinte a été portée fort en avant de l'agglomération principale de la ville.

Une autre quantité nous reste à déterminer, c'est la distance qui doit séparer entre eux les ouvrages détachés.

En terrain horizontal, on a admis jusqu'à ces derniers temps qu'il fallait que les forts pussent agir efficacement avec leur Artillerie sur les travaux dirigés par l'assaillant sur les forts voisins. Dans ce cas, la distance des ouvrages ne devait pas dépasser 3,000$^{m}$.

Aujourd'hui on admet que les forts, considérés comme de puissantes batteries, difficiles à réduire, ont une action suffisante par eux-mêmes sur les travaux qui les menacent, et on demande seulement à leur Artillerie de bien battre tout le terrain à bonne portée sur la moitié seulement de l'intervalle qui les sépare des forts voisins, ce qui permettra en terrain complètement horizontal d'aller jusqu'à un écartement de 6000$^{m}$.

Il est rare que cette limite puisse être atteinte parce qu'on ne rencontre jamais sur cette étendue un terrain découvert sans quelque pli transversal. Ces circonstances nécessitent l'établissement d'autres ouvrages intermédiaires, moins puissants, soit permanents, soit improvisés au moment.

de la guerre et dont la défense est subordonnée à celle des grands ouvrages qui leur servent de protection.

Il nous reste maintenant à examiner comment ces forts détachés sont organisés.

Les anciens forts de Paris, construits de 1840 à 1843 étaient tous disposés dans le système bastionné.

Le fort d'Issy par exemple est un pentagone bastionné dont tous les fronts sont à peu près d'égale force. Sous deux des courtines du front de tête sont des abris qui prennent jour sur l'escarpe. Cette disposition n'est pas sans inconvénients, ainsi que le siège de Paris l'a démontré.

La vaste cour du fort renfermait deux magasins à poudre qui durent être évacués au moment de la mise en défense du fort, parceque leurs pignons étaient directement en prise au feu de l'ennemi; puis deux casernes et un pavillon d'officiers, bâtiments du temps de paix seulement, qui devaient naturellement souffrir des premiers projectiles.

La porte d'entrée, avec son corps de garde et le pont-levis, située du côté opposé au front de tête, était très en prise aux projectiles plongeant au dessus de la masse des parapets et on a dû couvrir ce point important par un massif considérable. Ce défaut était commun à tous les forts de Paris.

Enfin la circulation dans l'intérieur du fort etait presqu'impossible pendant le bombardement et il a fallu y improviser des communications abritées, qui dans quelques ouvrages ont consisté en un système de tranchées en zigs-zags comme on en fait dans les sièges.

Lorsque à la suite du siège de Paris, il fut question de construire de nouveaux ouvrages, on chercha à remédier aux principaux défauts que l'expérience venait de révéler.

Nous avons déja dit comment on organisa l'Artillerie en traverses pour la soustraire aux effets des projectiles venant d'enfilade ou latéralement. On s'efforça en outre de satisfaire aux points suivants:

1° Offrir à tous les non-combattants une protection assurée

leur permettant de prendre quelque repos sans avoir à redouter les effets désastreux des projectiles pénétrant dans un abri.

2° Organiser des communications couvertes permettant d'accéder d'une part aux pièces, d'autre part aux divers locaux tels que magasins, cuisines, latrines, &c.

Ces conditions ont été réalisées de diverses manières dans les ouvrages nouveaux en construction; mais les modèles différents que l'on rencontre peuvent se ramener à deux types, l'un est celui de la plupart des forts de Paris; il a été également appliqué à quelques ouvrages en province, notamment à Lyon et à Toul, à Belfort &c; le 2e type est d'un emploi beaucoup plus fréquent, c'est celui qui est presque seul employé aujourd'hui.

Le 1er type comprend une installation de grosse Artillerie au-dessus du massif qui couvre toutes les principales constructions du fort, logements et magasins. En même temps, règne au pied de ce cavalier un rempart bas qui comporte aussi une installation d'Artillerie moins puissante, mais qui est surtout destiné à l'Infanterie.

Le grand commandement de ce cavalier offre certains avantages; mais cette disposition a l'inconvénient d'abord d'être très coûteuse et en second lieu de retarder l'armement du fort jusqu'au moment où les maçonneries placées sous le cavalier sont complètement achevées. Comme à l'époque où l'on entreprenait à la frontière ces nouvelles fortifications, notre situation extérieure était rien moins qu'assurée, on s'arrêta à une autre disposition que recommandait dans certains cas d'ailleurs la nécessité de couvrir à revers l'Artillerie des remparts.

Les ouvrages du 2e type comportent un rempart unique sur lequel est disposé l'Artillerie et dont certaines parties sont réservées au tir de l'Infanterie.

La masse des logements, magasins et abris de toute nature, trouve place à l'intérieur du fort, sous un massif qui protège les maçonneries par une épaisseur de 4 à 5m de terre et dont l'élévation est calculée de manière à couvrir latéralement et de revers les pièces d'artillerie du rempart unique contre les coups arrivant à l'inclinaison du 1/4.

Les modèles en relief qui sont à la disposition des élèves, donnent une idée exacte de l'organisation générale d'un fort de ce type, ainsi que du mode de construction des logements, magasins et communications.

C'est également à ce modèle que peuvent se rattacher les forts isolés, appelés parfois forts d'arrêt, qui sont construits en certains points particuliers du territoire; et les dessins détaillés à grande échelle du fort du Mont Bart (Bibliothèque de l'École des Ponts et Chaussées) permettent d'étudier une application intéressante de ces idées.

---

# 10e. Leçon.

Vous avez vu à l'École Polytechnique, et j'ai eu à plusieurs reprises occasion de vous rappeler la succession des diverses péripéties d'un siège dans les conditions où il s'effectuait autrefois contre les places à simple enceinte. Depuis la fin du 17e Siècle où Vauban posait les règles, les méthodes qui devaient présider à la conduite de ce qu'on a appelé un siège régulier, jusqu'à ces dernières années, rien n'a été modifié ni ne pouvait être modifié quant aux principes mêmes de la conception de Vauban.

Ces principes peuvent se résumer en cette idée, supérieure à toutes les modifications des procédés employés pour la réaliser: s'avancer progressivement et méthodiquement vers la place, en protégeant chaque pas en avant d'une manière assez solide pour n'être jamais obligé à reculer; concentrer les travaux d'approche sur les points où il y a le moins à craindre des efforts de l'ennemi, de manière à dégager autant que possible l'action des ouvrages de protection établis en arrière de ces cheminements.

C'est là le rôle des deux ordres de travaux employés dans l'attaque des places: parallèles pour la protection des travaux d'approche, cheminements sur la place concentrés sur le terrain le plus voisin de la capitale des ouvrages et ne gênant que le moins possible l'action de la parallèle.

Les méthodes découlant de ce principe avaient revêtu peu à peu une forme si précise, si régulière qu'on avait cru pouvoir en déduire des données exactes sur la durée de la résistance des places et on prétendait

l'évaluer à un jour près par l'étude minutieuse des journaux fictifs de siège ; nous avons eu occasion de signaler les abus nombreux auxquels avait fini par donner naissance une valeur exagérée des renseignements utiles cependant, que donne ce genre d'études.

Le principe général que nous venons de rappeler, n'en reste pas moins celui qu'il convient encore d'observer dans la conduite d'un siège quel qu'il soit ; les prescriptions de détail d'autrefois restent même encore en grande partie applicables au siège des petites places isolées, à condition de tenir un juste compte de l'augmentation de portée et d'effet de la nouvelle Artillerie ; mais l'emploi des forts détachés qui a entraîné la fortification d'un espace considérable, et des garnisons d'un effectif élevé, a modifié d'une manière sensible la conduite de l'attaque et de la défense. C'est un point que les sièges de la dernière guerre ont mis suffisamment en lumière et que nous avons à approfondir devant vous.

Nous avons vu que pour protéger les grands centres de population, pour les mettre à l'abri du bombardement ou du moins pour atténuer ses effets, on plaçait en avant, des ouvrages détachés, à des distances variables suivant le site, mais qui, pour le but qu'on a à atteindre, sont toujours de plusieurs kilomètres. Ces ouvrages occupent donc un périmètre étendu, et en même temps ils comprennent une superficie considérable.

Généralement le centre de cette surface, c'est-à-dire le point que l'on se propose de protéger plus particulièrement, est entouré par une fortification le plus souvent continue. Cette enceinte met la place au moins à l'abri d'une insulte de vive force, comme l'enceinte bastionnée de Paris ; dans d'autres cas elle exigerait, pour être surmontée, des efforts considérables et un véritable siège, comme l'enceinte d'Anvers. C'est le siège d'une place ainsi organisée, un noyau fortifié précédé d'une ceinture de forts détachés, que nous allons examiner.

D'une manière générale, comment se fera le siège ? L'objectif reste toujours, comme pour les anciennes places, de faire tomber aux mains de l'assiégeant le noyau fortifié.

Si l'on suppose la garnison réduite au strict minimum, ce minimum devra cependant comprendre ce qui est nécessaire à la garde des ouvrages ou forts détachés et à celle de la ville. Dans cette hypothèse, et c'est celle qu'on mettait le plus volontiers en avant lorsqu'il s'agit de fortifier Paris par ce système en 1840, on était amené à se demander si les intervalles dénués d'une organisation défensive continue entre les forts, n'étaient pas de nature à inspirer des craintes sérieuses pour la sécurité de la place centrale, et si l'ennemi n'arriverait pas facilement à se glisser entre deux ouvrages par une marche audacieuse et inattendue, et en nombre suffisant pour s'introduire de vive force dans la place.

Si les forts sont à des distances telles qu'ils puissent sinon se défendre mutuellement, du moins battre efficacement de leurs feux tout l'espace qui les sépare, une telle tactique a bien peu de chances de succès. Un Corps ainsi aventuré a sa retraite menacée d'une manière directe; s'il ne réussit pas en quelques heures à faire tomber le Corps de place, il lui sera impossible de se maintenir devant les feux de la place qui le battront de front, tandis qu'il sera pris en queue par les forts détachés. Cette situation serait tellement périlleuse qu'un Général soutenait à propos de Paris en 1840 que si un parti ennemi tentait jamais une pareille opération, il n'y avait qu'une chose à faire, lui ouvrir une des portes de la Ville pour le recevoir prisonnier.

Un pareil danger n'est donc pas à craindre, même dans l'hypothèse de la garnison réduite que nous avons provisoirement admise, avant que l'un au moins des forts ne soit tombé au pouvoir de l'ennemi. Nous voyons donc que si les forts détachés sont bien disposés autour de la place, c'est toujours par le siège de l'un au moins de ces forts que l'ennemi devra commencer.

Mais une telle défense, aussi strictement passive, où la garnison se trouverait exclusivement limitée à ses remparts, méconnaîtrait la propriété principale de l'organisation défensive que nous considérons; elle serait en contradiction même avec l'esprit des méthodes de défense de place que préconisait Vauban; il demandait en effet au Gouverneur de lutter à l'extérieur le plus qu'il le pourrait avant de se laisser enfermer dans la place. Outre la garnison des ouvrages, celle du Corps de place, il est indispensable aujourd'hui

de disposer d'une certaine force pour la lutte en avant des forts, dans leurs intervalles, dans ce terrain que la portée de l'Artillerie oblige à étendre de plus en plus, et qui sépare du corps de place les ouvrages détachés. C'est en dehors de la fortification permanente que doit aujourd'hui, dans les grandes places à forts détachés, se livrer la bataille du siège, expression plus vraie encore aujourd'hui que du temps de Louis XIII où Pagan l'employait déjà.

Le siège d'une grande place, munie d'une garnison suffisante, ressemblera désormais de plus en plus à une bataille prolongée, et dans les explications que je vous dois à ce sujet, vous serez amenés à reconnaître combien s'atténue aujourd'hui la distinction entre la guerre de siège et la guerre de campagne, distinction autrefois si tranchée motivant des spécialités et des procédés auxquels certaines parties de l'armée restaient complètement étrangères. Nous avons vu au début de ces leçons le rôle que joueraient désormais les retranchements sur le champ de bataille; ce sont ces mêmes retranchements improvisés et défendus par les troupes de toutes armes que nous allons retrouver dans les sièges, sans autre modification que leur multiplicité et les perfectionnements successifs que l'occupation des mêmes points pendant de longues semaines permettra d'y apporter peu à peu.

Pour éviter le vague de toute conception idéale, nous prendrons pour thème général le siège de Paris par les Allemands, et sans nous astreindre strictement à l'historique des événements, nous y puiserons cependant la confirmation des principales déductions que nous aurons à présenter.

Les fortifications de Paris se composent d'une enceinte bastionnée d'environ 34 Kilomètres de développement et d'une ceinture de forts situés à une distance du Corps de place comprise entre 1.900 et 2.800$^{m}$. Ces forts, au nombre de 15, sont espacés d'environ 2.300$^{m}$ excepté dans la région de l'Ouest: Ce sont: au Nord, les forts de la Briche, de la Double Couronne, de l'Est et d'Aubervilliers. A l'Est, les forts de Romainville, Noisy, Rosny et Nogent. Au sud, les forts de Charenton, Ivry, Bicêtre, Montrouge, Vanves et Issy. A l'Ouest la forteresse du Mont Valérien. Dans la région de l'Est, les intervalles des forts sont occupés par

les redoutes de Gravelle, La Faisanderie, Fontenay, La Boissière, Montreuil et de Noisy.

Le Corps de place présente un profil d'une assez grande force; les escarpes sont revêtues et hautes d'environ 8.$^{m}$, mais les contrescarpes sont à terre coulante.

Tel est l'ensemble des défenses permanentes entretenues dès le temps de paix. Mais une place n'est généralement pas en tout temps en état de défense; il y a de nombreuses mesures de tous genres à exécuter pour arriver à l'y mettre, et il est d'autant plus urgent de s'y prendre de bonne heure, que l'on est souvent devancé par les événements avant d'avoir fait même l'indispensable.

La première des questions relatives à la défense à laquelle il faille songer, c'est la question des approvisionnements, aussi bien pour la population que pour la garnison.

En prévision d'un siège, les réglements militaires prescrivent au Gouverneur de faire sortir de la place ce qu'on appelle, selon l'énergique expression employée en ce cas, les bouches inutiles. Dans les petites places, peu populeuses, la mesure est applicable, si toutefois l'ennemi en laisse le temps. Dans une grande place, on peut chercher à éviter l'invasion de la ville par les populations des villages les plus voisins, comme cela a eu lieu à Metz et à Paris; mais quant à produire une émigration en masse des vieillards, des femmes et des enfants, il paraît difficile d'y songer; on peut même se demander si le remède n'apporterait pas des inconvénients pires que le mal.

Il faut donc que des mesures soient prises pour pourvoir à la nourriture de toute la population, et c'est par là qu'il faut commencer et commencer de bonne heure.

C'est donc une des graves préoccupations de ceux qui ont la responsabilité de la défense, mais ce n'est pas la seule. Nous ne nous attacherons seulement ici qu'à ce qui regarde la fortification. Bien d'autres objets réclament l'attention, mais nous devons nous borner ici.

La fortification a, pour le temps de paix, une forme qui n'est pas celle qu'elle doit revêtir au moment de la guerre. Il y a des armements à compléter, des plates formes à établir, des fascinages à remplacer, des

palissades à planter sur certaines parties. Toutes ces modifications exigent une main d'oeuvre considérable, à laquelle souvent aussi se joindra celle de travaux plus importants encore soit pour remédier aux imperfections que peut présenter cette fortification, soit pour créer des ouvrages nouveaux.

A Paris, il y eut à faire l'armement complet de l'enceinte et la presque totalité de l'armement de chaque fort extérieur. Il fallut en même temps mettre en état la fortification existante; je me contenterai de citer à ce sujet la fermeture des nombreuses percées de la fortification de Paris, tant sur les routes que sur les chemins de fer, l'établissement de pont-levis sur le fossé en chacun de ces points, la création d'une flèche en avant de chaque porte pour en couvrir le débouché. Dans les forts, il fallut créer de nombreuses traverses sur les remparts: le type des traverses creuses en maçonneries, moins perfectionnées que celles que vous pouvez voir aujourd'hui, était en cours de construction: on pressa les entrepreneurs et on a eu à plusieurs reprises dans le cours du siège à regretter la hâte avec laquelle la maçonnerie de quelques uns d'entre eux fut exécutée.

Cette seule énumération suffit à donner une idée de l'importance des travaux préparatoires qu'exigea à ce moment la fortification déjà existante.

Mais les défauts de la fortification de Paris réclamaient des travaux bien autrement importants. Les forts lors de leur établissement avaient été placés sur le terrain d'une manière remarquable pour le but qu'on se proposait alors et qui était loin de satisfaire aux conditions de portée de la nouvelle Artillerie, excepté du côté de l'Est, la disposition du terrain avait amené dans cette direction à occuper la crête orientale du grand plateau de Montreuil et de Romainville et à s'avancer beaucoup en avant de la ville. Mais du côté du Sud, on avait reculé en 1840 devant l'occupation de la ligne d'horizon qui paraissait beaucoup trop éloignée, et en avant de la ligne des forts d'Issy, de Vanves, de Montrouge, se développent des crêtes de collines dont le commandement sur le fort de Vanves, le plus exposé, commence à environ 1,500$^{m}$ pour aller en s'accentuant encore jusqu'à l'extrémité du contrefort de Châtillon. Cette situation périlleuse ne

pouvait passer inaperçue.

Dès le commencement du mois d'Août, on entreprit la construction d'ouvrages destinés à prendre pied sur ces hauteurs dangereuses, pour les disputer le plus longtemps possible à l'ennemi. La pointe du plateau de Châtillon fut occupée par un ouvrage, la redoute de Châtillon, qu'on devait compléter par deux autres ouvrages, à Bagneux et au moulin de Pierre de Clamart.

On entreprenait en même temps dans cette région du Sud l'occupation de la crête d'horizon des forts de Bicêtre et d'Ivry par les redoutes des Hautes Bruyères et du Moulin Saquet.

Du côté de l'Ouest, le cours de la Seine, maîtrisé d'une part par le fort d'Issy, d'autre part par le Mont-Valérien, était considéré comme une protection suffisante. Cependant dans l'intention de relier ces deux ouvrages un peu éloignés, on commença également une redoute sur la position de Montretout.

Enfin pour relier le Mont-Valérien à St Denis et dominer la presqu'île de Gennevilliers, une redoute était commencée entre les villages de Colombes et de Gennevilliers, un peu en avant de la route qui les réunit.

On voit donc quelle quantité de travaux il y avait à exécuter, rien que pour la mise en état de défense et avant que l'ennemi parût devant la place. Et encore ne cite-t-on ici que les plus indispensables, ceux qui importaient le plus à la défense et rien n'a été dit encore de l'organisation des intervalles de ces ouvrages, de ceux des anciens forts toutes opérations essentielles et qu'il fallait faire marcher de front avec les travaux de construction des points importants.

Toutes les préoccupations auxquelles répondaient les divers points qu'on vient de signaler, seront encore celles du Gouverneur d'une grande place quelle qu'elle soit, dès que les hostilités menaceront. Il devra songer à augmenter ses approvisionnements par tous les procédés en son pouvoir, car l'exemple de Metz, de Paris, celui même aussi de la position complètement improvisée de Plewna, montrent bien que ce qu'il y a le plus à redouter dans les grandes places défendues par une

force convenable, c'est la famine. Il devra songer aussi à entreprendre sans délai les travaux complémentaires de la fortification soit pour améliorer ou rectifier celle déjà existante; soit pour occuper en avant de la place ou dans les intervalles des ouvrages les positions essentielles à la défense et les relier aux ouvrages permanents. On ne saurait s'y prendre trop tôt pour ces diverses mesures, car, au moment de la crise, il restera toujours bien assez à exécuter. Aussi dans toutes les places, les différents services qui concourent à la défense, l'Artillerie, le Génie, l'Intendance, font dès le temps de paix les études nécessaires pour qu'il y ait le moins possible d'hésitation au moment de la guerre, où les minutes même ont leur prix. Les projets des travaux à exécuter, des diverses mesures à prendre sont arrêtés à l'avance, ainsi que l'ordre dans lequel ils doivent être mis à exécution, et dans ces études il y a à tenir un compte soigneux de toutes les ressources dont il est possible de disposer pour les mener à bien.

A Paris, malheureusement, la stupeur causée par nos premiers désastres vint apporter bien des pertes de temps. Les chantiers furent à plusieurs reprises abandonnés puis rouverts de nouveau, et finalement lorsque les premières colonnes Allemandes parurent devant la place, les ouvrages entrepris, et particulièrement celui de Châtillon d'un si haut intérêt pour la défense, étaient inachevés et incomplètement armés. Il n'y eut qu'une mesure assez bien exécutée, celle de l'approvisionnement de Paris, qui, grâce à l'activité du dernier Ministre du Commerce de l'Empire, activité continuée par son successeur dans le Gouvernement de la Défense Nationale, permit de tromper les calculs et les espérances de nos ennemis, celles même des habitants de la Capitale. Il est permis d'espérer que si des circonstances analogues venaient par malheur encore nous accabler, l'ennemi nous trouverait dans une meilleure situation du moins au point de vue de l'organisation matérielle de la défense, celui qui nous préoccupe surtout dans ces leçons. La dure expérience que nous avons subie, et les transformations militaires qui en ont été la suite, ont amalgamé toutes les forces vives de la nation dans un tout unique, et la puissante organisation du service des Ponts et Chaussées renferme des éléments d'action qui, du premier jour, seront mis en œuvre dans l'intérêt de la défense. On doit amèrement déplorer qu'il n'en ait pas été ainsi en 1870; la suite du siège l'a bien montré car, c'est au concours des Ingénieurs des Ponts

et Chaussées et à celui des Ingénieurs civils qui se mirent patriotiquement à la disposition de l'autorité militaire, que la défense de Paris a dû son caractère en bien des points remarquables.

Maintenant que nous connaissons dans leurs lignes générales les mesures préparatoires qui incombent à la défense dans une grande place, nous allons passer un instant dans le camp opposé et examiner celles que prend l'assiégeant pour arriver devant la place et s'y installer en vue d'un siège.

Lorsqu'on veut faire le siège d'une place, il est de toute nécessité que la place soit investie, c'est-à-dire entourée de tous côtés par l'assiégeant de manière à interdire l'arrivée des renforts, le ravitaillement de la place en hommes, en munitions et surtout en approvisionnements de bouche. Cette nécessité s'est constatée de tous temps : si on se trouve en présence d'une troupe protégée par une fortification déjà puissante, si cette troupe reste en relation avec ses dépôts et peut en tirer tout ce qui lui est nécessaire, ce n'est plus un siège que l'on fait, c'est une bataille qui dure des mois entiers, et si l'on triomphe, si l'on emporte de haute lutte ou par des travaux d'approche les positions défensives de l'ennemi, celui-ci se retire en abandonnant des ruines, incapables de servir désormais, sans laisser un homme en arrière puisque la ligne de retraite est restée libre.

L'histoire présente quelques exemples de ce genre et qu'il est instructif de rappeler.

En 1796, l'armée de Moreau dut repasser le Rhin, mais la tête de pont de Kehl restait en notre pouvoir. Les Impériaux voulurent nous enlever ce dernier point de notre occupation sur la rive droite du Rhin et mirent le siège devant les ouvrages qui formaient la tête de pont. Comme ils ne pouvaient s'approcher assez du pont sur le Rhin que nous possédions, pour couper la retraite de nos forces, la garnison recevait facilement de Strasbourg renforts et approvisionnements. Les troupes même étaient relevées à tour de rôle, et c'étaient toujours des troupes fraîches qui portaient le poids de la défense.

Le siège dura 3 mois, et quand il ne fut plus possible de tenir, nos troupes se retirèrent sans encombre emportant leurs canons, leurs vivres, les plates-formes des pièces, même les palissades des fossés, ne laissant

à l'ennemi que des parapets déformés et défoncés.

Ici on peut dire que l'ennemi avait atteint le but qu'il poursuivait puisque nous abandonnions la rive droite du Rhin et le moyen d'y déboucher. Mais à Sébastopol, il fallut un concours particulier de circonstances pour que le siège qui nous avait coûté tant de peines nous rapportât le bénéfice de la conclusion de la paix.

Vous savez que notre armée après la bataille livrée sur l'Alma petite rivière au Nord de la place fut amenée à passer vers le Sud pour s'assurer des ports de débarquement, et c'est vers le sud de la baie de Sébastopol que se développèrent pendant près d'un an les travaux du siège. Lorsque le 8 Septembre 1855, on put enfin prendre pied à Malakoff sur l'enceinte de la place et faire tomber toute la partie Sud de la baie en notre pouvoir, les Russes passèrent au Nord, où pendant tout le cours de la guerre leurs communications avaient été libres, et par où ils avaient successivement reçu leurs renforts et leurs vivres. Si la Russie n'avait pas été épuisée, si surtout la présence du chemin de fer qui existe aujourd'hui, avait alors permis de faciles communications, rien de décisif n'était encore obtenu et la campagne était à recommencer.

Enfin, tout récemment encore, nous avons vu les Turcs tenir victorieusement contre les Russes et les Roumains à Plewna tant que leurs communications en arrière restèrent libres pour leurs renforts et leurs convois. Ce n'est que du jour où le Général Totleben eut fermé le cercle autour d'eux que la position d'Osman Pacha devint critique et que sa résistance fut limitée à la durée des approvisionnements qu'il avait pu réunir.

Ainsi l'investissement d'une place dont on compte s'emparer est d'absolue nécessité et les Allemands ne manquèrent pas de l'entreprendre du premier jour autour de Paris avec une méthode et une précision qui peut servir de modèle

Les deux armées qui avaient combattu à Sedan sous les ordres directs du Roi, furent dirigées immédiatement sur Paris. Le 15, à Château-Thierry, un ordre du Roi réglait la marche en avant; l'armée de la Meuse devait occuper la rive droite de la Seine et de la Marne; la

3e armée avait à effectuer l'investissement sur la rive gauche de la Marne et de la Seine ; la Cavalerie, lancée en avant sur les deux ailes, devait contourner la capitale et se donner la main un peu à l'Ouest de Versailles.

Un mouvement offensif de la garnison de Paris paraissant peu probable, les Commandants des deux armées se donnèrent de l'espace pour leurs mouvements qui s'effectuèrent avec une ponctualité mathémati que malgré quelques incidents importants qui doivent nous arrêter un instant.

Un investissement, en face d'une garnison solide et un peu nombreuse, est toujours une opération délicate, surtout si la place occupe une vaste superficie ce qui sera toujours le cas des grandes places à forts détachés que nous considérons ici. Elle exige en effet une marche de flanc de part et d'autre de la position centrale d'un adversaire qui est maître de se jeter à son choix sur celle des colonnes ennemies qu'il lui convient d'aborder la première. Il peut donc la rejeter sur les colonnes qui suivent les chemins parallèles, avant que celles ci n'aient pu se concentrer pour lui faire face. La garnison d'une place a donc tout intérêt à chercher ce résultat, sinon pour empêcher complètement l'investissement, ce que son infériorité numérique ne lui permet pas d'espérer, du moins pour le retarder le plus possible et permettre ainsi l'arrivée des derniers convois ou au contraire le départ de quelque troupe ou des habitants qu'on n'a pas intérêt à conserver dans la place.

La faiblesse de la garnison de Paris réellement disponible, son état de démoralisation dans ce qui restait d'armée régulière, son défaut d'organisation dans les troupes de garde mobile de nouvelle formation, n'offraient pas grande ressource pour atteindre ce but. Le noyau principal de cette garnison se composait des troupes du 13e Corps que le Général Vinoy avait ramenées de Mézières, où heureusement elles étaient arrivées trop tard pour se joindre à l'armée de l'Empereur et se faire prendre avec lui à Sedan. Ces troupes serrées de près par l'ennemi n'avaient dû leur salut qu'à la rapidité de leur marche jusqu'à Laon où elles furent ramenées en chemin de fer sur Paris. Si à cette force on joint les dépôts d'un certain nombre de régiments de ligne ou de l'ancienne Garde, et

les quelques bataillons de mobile un peu moins mal organisés que les autres, on a le compte des troupes qui, au moment de l'investissement, étaient en état d'entrer en lutte avec les Allemands.

Une première tentative peu sérieuse d'ailleurs fut faite avec ces troupes le 17 Septembre dans la direction du pont de bâteaux que les Allemands avaient jeté en amont de Villeneuve St Georges; 5 ou 6,000 hommes attaquèrent le bois du château de Brévannes, mais la présence de l'Artillerie sur les hauteurs en arrière les força à la retraite.

Mais le 19, le jour où les Allemands achevaient leur mouvement sur la rive gauche de la Seine dont le passage ne leur avait pas été disputé davantage, un engagement beaucoup plus sérieux eut lieu sur le plateau de Chatillon. Nos troupes, sous le commandement du Général Ducrot, se lancèrent avec entrain sur le flanc des colonnes qui traversaient le plateau dans la direction de Versailles. Malheureusement nos troupes plièrent devant des forces supérieures; la panique s'en mêla, et sans cependant qu'elles y fussent obligées, elles évacuèrent complètement le plateau et même la redoute qui bien qu'inachevée, était encore en état de résister.

Ce fut là la faute capitale du siège, faute peut être inévitable dans ce désarroi des premiers jours, mais qui en tous cas devait avoir les conséquences les plus grandes. C'était la clef de Paris qu'on laissait prendre sans la défendre, comme cela eut été possible et même facile s'il s'était rencontré seulement 2 ou 3 bataillons décidés à tenir ferme. La lutte ne fut même pas tentée et l'ennemi s'empressa d'occuper la redoute et la pointe de Châtillon, d'où il plongeait de 40 à 50m. à environ 2.500m. les ouvrages d'Issy et de Vanves.

En s'emparant ainsi de ce point, en refoulant nos avant-postes au delà même de la ligne où il pouvait facilement se maintenir, l'ennemi trouvait l'avantage de restreindre beaucoup notre occupation et de favoriser une reconnaissance sérieuse de nos moyens défensifs. Cette marche pour ce motif est toujours suivie dans les sièges, lors de l'établissement de l'investissement, et on ne peut la contrarier que par une lutte ouverte, l'occupation de quelque point bien choisi, une position facile à défendre, un bois, un village, où la défense cherchera à

se maintenir.

Mais dans le cas particulier qui nous occupe on peut se poser une autre question, était-il possible aux Allemands de faire davantage, de profiter de la stupeur que les catastrophes répétées de ces jours néfastes avaient jeté dans la cohue encore inorganisée qui constituait la garnison de Paris pour enlever un des forts de vive force.

Cette opinion a été discutée; si l'on se reporte à la confusion qui régnait à cette époque, confusion dont nos adversaires ne pouvaient probablement pas se faire une idée bien précise, il est permis d'affirmer que sur certains points de l'ensemble de nos défenses une telle opération aurait eu, pendant une dizaine de jours au moins, de sérieuses chances de succès. On doit reconnaître néanmoins que c'était toujours une opération très critique et que le moindre incident pouvait faire échouer.

Si les Allemands ont reculé devant la possibilité d'un échec, devant l'exaltation que cet échec n'eût pas manqué d'apporter à la population et à l'armée, il doit nous être permis de conclure que jamais une place ne risque d'être ainsi enlevée de vive force, car jamais il ne pourra s'y trouver une garnison que tant de causes portaient à s'abandonner, sans cadres, sans instruction militaire, au milieu du plus complet désordre.

Ainsi l'investissement se complétait au milieu de ces divers épisodes le 19 Septembre. Quelles furent d'abord les premières occupations des troupes Allemandes?

Une place à forts détachés a une garnison puissante; il faut donc prévoir qu'on peut être attaqué sur sa ligne d'investissement; et on est conduit à organiser des lignes de contrevallation dont le but est encore le même que celui que l'on poursuivait au 17e siècle où l'on faisait cette ligne continue et à fort profil de fortification de campagne. La ligne de contrevallation a pour objet d'enserrer l'assiégé d'une manière plus hermétique dans sa place et de l'obliger pour prendre corps à corps l'armée assiégeante de triompher de la fortification dont elle a couvert son front. Mais aujourd'hui la ligne ne sera pas continue; elle aura une organisation analogue à celle des lignes de champ de bataille

que nous avons examinées dans les premières conférences.

Au moment des opérations de l'investissement et de la série de combats que nous venons de signaler, le défenseur se trouve rejeté sur ses ouvrages : en face de lui les sentinelles de l'attaque se creusent d'abord quelques trous de tirailleurs, en s'avançant jusqu'à portée efficace de la mousqueterie des postes extérieurs de la place, ce qui les met entre 1,500 et 2000.m environ des ouvrages occupés par l'Artillerie. En arrière des sentinelles sont leurs postes de soutiens, abrités dans des couverts et dérobés autant que possible aux vues de la place.

Ces postes, à une distance de l'ennemi comprise entre 2000 et 2500.m sont amenés à se fortifier, à se protéger contre les incursions de l'ennemi. C'est sur eux que se replient les sentinelles dès qu'elles sont menacées et peu à peu l'organisation finit par être assez solide pour présenter une résistance très grande aux sorties de la place.

Cependant à cette distance, ces avant-postes sont encore dans le rayon de grande efficacité de l'Artillerie de la place. Ils ne peuvent donc songer à une résistance à outrance, s'ils sont trop vivement pressés. La véritable ligne de combat est préparée hors de la portée efficace de l'Artillerie de la place, portée efficace que les Allemands évaluent à environ 4000.m. A partir de cette distance, on est donc conduit à chercher des positions de combat favorables et à les organiser comme nous avons vu qu'on organisait les positions de champ de bataille.

Ainsi, en résumé, une position d'investissement comprendra :

1° Une ligne d'avant-postes organisée assez solidement pour arrêter toutes les simples démonstrations de l'assiégé et l'obliger à de grandes opérations.

2° Une position de combat établie hors de la portée efficace de l'Artillerie de la place, c'est-à-dire à 4,000.m au moins de celle-ci.

3° Si la distance des avant-postes à la ligne principale de combat est trop considérable, une position intermédiaire peut être prise dans l'intervalle pour faciliter la retraite de la première ligne et lui fournir point d'appui au cas où elle serait trop vivement pressée. Mais c'est seulement une position d'attente.

4° Enfin dans certaines circonstances, on devra prévoir une position de retraite en arrière de la position principale. Mais c'est sur celle-ci surtout qu'il faut concentrer ses moyens d'action.

C'est à ces principes que les Allemands conformèrent leur conduite dans l'établissement de leur ligne d'investissement autour de Paris, et nous prendrons comme exemple la ligne qu'ils occupaient sur le plateau compris entre la Seine et la Bièvre.

La disposition du terrain obligeait à comprendre dans la ligne d'investissement les villages de Thiais, Chevilly et l'Hay. Ce dernier village dont la pointe se trouvait à 900m seulement de l'ouvrage des Hautes Bruyères formait la gauche de la position à laquelle les pentes de la vallée de la Bièvre assuraient une certaine sécurité sur le flanc gauche. Des lignes d'abatis, de fil de fer, d'épaulement relièrent l'Hay et Chevilly. Le groupe de Thiais-Choisy le Roi fut organisé isolément à droite. Cet ensemble formait la position d'avant-postes.

En arrière de cette position et à une distance de 12 ou 1500m. fut installée une ligne formée de redoutes en terre, à une distance moyenne de 3500m. des positions d'Artillerie de la défense. C'est sur cette ligne qu'on devait tenir à outrance dans le cas où la ligne d'avant-postes aurait été enlevée.

Des batteries placées le long de la route de Choisy battaient les intervalles des ouvrages qui les protégeaient et couvraient efficacement de leurs feux les débouchés des villages de l'Hay et de Chevilly que leur proximité des positions Françaises pouvaient faire craindre de voir à chaque instant tomber entre les mains de l'ennemi.

Ces travaux ne furent pas tous entrepris à la fois, ni amenés du premier coup à leur degré de perfection. Mais quelqu'imparfaits qu'ils fussent au début, ils furent encore assez solides pour déjouer tous nos efforts, même sur la ligne des villages Thiais-L'Hay-Chevilly que nous attaquâmes pendant tout le cours du siège à plusieurs reprises.

Chaque fois nos troupes rencontrèrent des défenses plus solides, mieux organisées, et d'ailleurs dans toutes les sorties, sauf à Champigny,

les positions d'avant-postes suffirent à nous arrêter.

Nous pouvons donc en conclure, comme l'ont fait les Allemands, que si par malheur aujourd'hui une troupe autre que la garnison d'une place se laissait enfermer dans une position, c'est dans les premiers jours qu'elle a le plus de chances de rompre le cercle de l'investissement ou de faire le plus de mal à son ennemi. Chaque jour qui s'écoule est au bénéfice de l'assiégeant, puisqu'il peut se renforcer sur place, et au détriment de son adversaire, qui consomme ses approvisionnements et voit s'élever devant lui des obstacles de plus en plus sérieux.

Ce doit donc être une règle de la défense de réserver pour les premiers moments du siège ces attaques à découvert. Dès que les travaux de l'ennemi se renforcent, ce n'est que par des travaux aussi qu'on peut chercher à le déloger.

---

# 11.e Leçon.

La première préoccupation de l'armée qui arrive devant la place qu'elle doit assiéger, c'est d'établir solidement sa ligne d'investissement, de manière à contenir les efforts de la garnison. Elle commence par renforcer sa ligne d'avant-postes, puis elle organise en arrière une position de combat hors de la portée efficace de l'Artillerie de la défense.

Mais elle a d'autres mesures importantes à prendre en même temps; il lui faut songer à ses campements, à la formation de ses parcs d'Artillerie ou du Génie, à la réunion du matériel de siège, matériel considérable qu'elle ne saurait commencer trop tôt à rassembler et à confectionner.

Les troupes d'un siège qui ne sont pas employées aux travaux ou à la garde des ouvrages de la ligne principale d'investissement doivent être campées ou cantonnées hors de la portée efficace de l'Artillerie de la place, de manière à se reposer avec sécurité. Il est de grande importance que ces troupes soient protégées contre les intempéries; on devra profiter de toutes les constructions existantes pour loger les hommes, et établir des baraquements afin de remédier à l'insuffisance des locaux

disponibles. Dans le même but, il sera nécessaire de prendre de minutieuses mesures pour l'assainissement des points occupés, afin d'éviter le développement d'épidémies qui feraient rapidement fondre les effectifs.

Il faut en même temps développer le réseau des communications, tant pour accéder à la position de combat en arrière de laquelle ont lieu les cantonnements, que pour assurer la liaison avec les corps voisins et permettre d'y porter des secours ou d'en recevoir en cas d'attaque sérieuse de l'ennemi sur un point de la ligne d'investissement. De là des travaux considérables pour l'aménagement des voies existantes ou la création de nouvelles, la construction et l'entretien des ponts sur les cours d'eau &c. Un exemple montrera l'étendue que peuvent prendre ces travaux. Dans l'investissement de Paris, les Allemands ont construit ou réparé :

33 ponts sur la Seine ;
15 — sur la Marne ;
5 — sur la Seine.

Dès que l'armée est installée dans ses cantonnements, que la ligne d'investissement a acquis un degré de force suffisante, il faut songer aux premières opérations de l'attaque sur la place.

Cette attaque se limitera à un certain secteur, car il serait impossible de développer des moyens également puissants sur tout le périmètre. Il faut donc choisir avec soin la région où seront concentrés les moyens dont on dispose.

A cet effet pendant que les troupes de l'assiégeant sont employées à leur installation de cantonnement et à l'établissement de la ligne d'investissement, les Commandants supérieurs de l'Artillerie et du Génie font une reconnaissance de la place, rectifient par tous les moyens possibles les renseignements que l'on pouvait déjà posséder antérieurement et font au Général en Chef leurs propositions définitives.

Ils ont à tenir compte de la force des ouvrages de la place, non seulement de celle des ouvrages détachés, mais aussi de la partie d'enceinte en arrière, car il faut prévoir que le siège doive être poussé à fond, même après la chute de la première ligne. Mais bien d'autres considérations doivent encore les préoccuper : la facilité des communications d'abord

pour le rassemblement et l'arrivée du matériel dans les parcs de siège, puis pour la répartition de ce matériel sur le terrain des attaques ; la nature du sol, le plus ou moins de facilité des travaux de terrassements; un sol pierreux et rocailleux comme à Sébastopol, ou bien la présence de l'eau à peu de profondeur, devant offrir des obstacles difficiles à surmonter ; la proximité ou l'absence de bois de fascinages qu'on doit employer en grande quantité pour la confection de gabions, fascines, claies &c.ª ; toutes ces conditions doivent entrer pour une juste part dans la désignation du secteur d'attaque.

A Paris, les Allemands hésitèrent quelque temps avant de prendre un parti.

Dans une première reconnaissance à la fin de Septembre, le Général Commandant le Génie de la 3.e Armée, celle au sud de la Marne et de la Seine, proposait de s'emparer d'abord de la ligne les Hautes Bruyères _ Le Moulin Saquet et ensuite de faire le siège des deux forts de Bicêtre et d'Ivry. On serait entré dans la place par les bastions situés immédiatement à l'Est du rentrant que forme l'enceinte dans la traversée de la vallée de la Bièvre.

Presqu'en même temps le Roi chargeait deux Généraux, l'un du Génie, l'autre de l'Artillerie d'étudier l'ensemble de la place pour déterminer son point d'attaque et ils concluaient ainsi pour la marche des opérations :

1° Occupation de vive force de la presqu'île de Gennevilliers, menée de front avec la construction dérobée à l'ennemi, de ponts sur le bras Nord de la Seine.

2° Etablissement des premières batteries contre les forts d'Issy, de Vanves et de Montrouge sur les hauteurs de Meudon, Clamart et Châtillon.

3° Construction de batteries semblables à Sèvres et à St. Cloud contre le Point-du-jour.

4° Continuation des travaux d'attaque contre les forts d'Issy et de Vanves.

5° Assaut des forts d'Issy et de Vanves.

6° Lutte d'Artillerie contre l'enceinte en arrière de ces deux forts.

7° Passage éventuel de la Seine au coude de Sèvres.

8° Cheminements contre l'enceinte par les deux rives du fleuve et assaut final du Corps de place.

Ce projet répondait exactement à ce qu'on avait toujours admis dans les projets de défense de Paris comme l'attaque la plus dangereuse et la plus probable et c'est celui aussi qu'on suivit pour rentrer dans Paris pendant le siège de la Commune. A la suite de ce rapport, le Roi décida le 9 octobre, que négligeant pour le moment les opérations secondaires de la presqu'île de Gennevilliers, l'attaque principale aurait pour objectifs les forts d'Issy, de Vanves et de Montrouge et le but à atteindre était restreint aux points suivants : s'emparer des forts d'Issy et de Vanves et réduire au silence le fort de Montrouge, puis ce résultat obtenu choisir des positions convenables et rapprochées pour bombarder Paris.

Lorsque dans un siège, cette importante détermination du point d'attaque est arrêtée, il faut arrêter également l'emplacement des parcs, parc d'Artillerie, parc du Génie où vienne s'entreposer tout le matériel qui doit ensuite être reparti suivant les besoins sur le terrain des attaques.

Pour le parc d'Artillerie, il est de toute nécessité qu'il soit en dehors non seulement de la portée efficace mais aussi de la portée limite des pièces de la défense. Les approvisionnements considérables de poudre qu'il renferme sont à la merci même d'un coup de hasard, et leur explosion entraînerait une interruption du feu qui pourrait être de mois entiers. Sa distance aux ouvrages de la place sera donc 8 kilomètres au moins.

Le parc d'Artillerie des Allemands était établi un peu au Sud de Villacoublay à proximité des routes qui conduisent dans la vallée de la Bièvre ou sur Choisy-le-Roi. Le parc du Génie qui risque moins pouvait être tenu plus rapproché ; il occupait le voisinage de la route de Châtillon à 1 Kil. environ au Nord du Petit Bicêtre.

Les difficultés que rencontrèrent les Allemands dans l'approvisionnement de leur parc d'Artillerie, sont un des résultats les plus instructifs qu'il soit possible de tirer du siège de Paris et celui qui montre le mieux les difficultés énormes qu'entraîne l'attaque d'une

grande place.

Tout d'abord, et ce point a fait l'objet de prescriptions formelles de la part de l'Artillerie allemande, il y a des inconvénients graves à commencer le feu des pièces de gros calibre avant que le parc de siège soit au complet et très bien approvisionné, attendu, disaient les ordres donnés à cette occasion devant Paris, que « toutes les chances « de succès reposent sur l'ouverture inopinée du feu d'une grande masse « d'Artillerie, tandis que l'entrée en action successive des pièces au fur et « à mesure de leur arrivée ne produirait qu'un effet douteux et ne ferait que « surexciter le moral des défenseurs. On ne tirera donc pas un seul coup « de canon contre les forts tant qu'on n'aura pas en position un nombre « de pièces suffisant pour nous assurer la supériorité. »

Pour être certain de n'avoir pas à redouter cette interruption préjudiciable dans l'intensité du feu des batteries, il faut suivant le plus ou moins de facilités des communications avec la base d'opérations et le pays en arrière, ne pas commencer le feu avant d'avoir réuni un approvisionnement pour 5 jours au moins dans le cas le plus favorable ou pour 15 jours si les difficultés sont grandes. Il convient d'évaluer l'approvisionnement des 24 heures à 80 coups au moins pour les pièces de 9^c et 12^c; à 60 coups pour celles de 15^c et à 40 coups pour les mortiers de 21^c (rayés).

Or à Paris, rien que pour l'attaque du Sud on disposait de 235 bouches à feu. Il y a eu en tout devant Paris 382 bouches à feu de siège. Ces renseignements permettent de se faire une idée des poids considérables qu'entraîne l'utilisation d'un pareil matériel. En admettant, ce qui est au dessous de la vérité, une moyenne de 50 coups par jour pour l'approvisionnement, et le poids du coup, charge de poudre comprise à 30^K, chaque canon use par jour 1500 K^os de poudre ou fonte. Les 200 pièces à approvisionner d'un grand parc de siège Prussien prendront pour un jour 300,000 K^os et pour les 15 jours d'avance avant l'ouverture du feu, il faut réunir 4500 tonnes.

Si un chemin de fer avait mis en communication directe les places d'Allemagne où ce matériel était réuni et le parc de

Villacoublay où il devait être entreposé en vue du siège, ce n'eût pas été une opération bien difficile ni bien longue de faire arriver ce poids de 4500 tonnes devant Paris. Une dizaine ou une quinzaine de trains au plus en eussent facilement fait l'affaire. Mais une circonstance particulière vint compliquer la situation pour les Allemands et mettre même en question la grande opération qu'ils projetaient.

Au moment où nos dernières troupes, ainsi que les différents services publics, se repliaient devant les forces Allemandes qui se préparaient à l'investissement, on fit sauter le tunnel de Nanteuil-sur-Marne sur la ligne de l'Est, entre la Ferté-sous-Jouarre et Château-Thierry. Les Allemands se mirent en mesure de le réparer; mais un éboulement survint au moment où le travail était presque terminé. Heureusement pour eux, ils avaient entrepris en même temps la construction d'une voie de détournement de très petit rayon autour du contrefort des rives de la Marne que traverse le tunnel. Mais le travail ne fut praticable que vers la fin de Novembre, cette amélioration qui portait la tête de ligne vers Lagny ou Chelles ne faisait gagner cependant encore que quelques Kilomètres pour les attaques du Sud. Il fallait donc faire débarquer tout le matériel à Nanteuil ou à Lagny, le charger sur des voitures pour le transporter à Villacoublay, soit à 67 Kil: du point de débarquement.

Au 24 Octobre, il n'y avait à Villacoublay que le septième des approvisionnements nécessaires et les voitures Françaises qu'on pouvait réunir ne se prêtaient que difficilement à ces transports.

Le 8 Novembre, il manquait encore au parc de siège pour compléter le premier approvisionnement de munitions un poids total de 2250 tonnes, représentant le chargement de 3,000 voitures au poids moyen de 750 K. par voiture. Comme chaque voyage de Nanteuil à Villacoublay, retour compris, exigeait 8 jours, il fallait 24 jours pour amener les munitions avec 1,000 voitures. On aurait donc pu commencer les attaques le 8 Décembre, si on avait pu disposer de 1,000 bonnes voitures. Malgré tous les efforts, on n'en put réunir que 600 et encore étaient-elles si mauvaises et

si mal attelées qu'il fallut réduire le chargement moyen à 450 ou 500 k.

Ce n'était pas tout : on ne pouvait songer à ouvrir le feu sur la place, même dans le cas où le premier approvisionnement de munitions serait complet, sans avoir la certitude de renouveler en temps utile sa consommation journalière. La seule voie ferrée dont disposaient les Allemands au début, la ligne de l'Est, se trouvait déjà encombrée par les convois de vivres, le transport des troupes que rendaient urgent la concentration et les progrès de l'armée de la Loire : il était donc indispensable, sous peine de compromettre l'investissement, de satisfaire en premier lieu à cette double nécessité. Aussi pendant quelque temps, les envois de munitions au parc de siège furent-ils suspendus en Allemagne. De plus les conditions atmosphériques défavorables de la saison, décidèrent les Allemands à renforcer encore leur premier approvisionnement avant d'ouvrir le feu, dans la crainte que son renouvellement ne fût pas complètement assuré.

Ces résultats nous montrent sous une forme saisissante les immenses difficultés matérielles dont il y a à triompher pour le siège d'une grande position fortifiée, surtout lorsque cette position est au cœur du pays envahi et loin de la base d'opérations de l'armée d'invasion. Aussi a-t-on conclu des événements de la guerre de 1870-71 qu'une telle opération sera toujours presqu'impossible à entreprendre, si l'on ne dispose pas d'un chemin de fer mettant en communication les dépôts de l'intérieur avec le parc de siège de la place. On s'explique donc facilement pourquoi les Allemands ont attaché autant de prix à la chute des places de Thionville, Mézières et Soissons qui leur donnèrent une nouvelle voie ferrée aboutissant à Paris et dont ils se servirent pour les attaques du Nord.

En résumé, nous pouvons conclure de tout ceci que si la lutte d'Artillerie n'a commencé que le 27 Décembre sur l'Est de Paris, le 5 janvier sur les forts du Sud, bien que l'ennemi fût devant la place depuis le 19 Septembre, c'est qu'il s'est trouvé dans l'impossibilité matérielle de le faire plus tôt et que l'Allemagne avait tort d'attribuer à un sentiment d'humanité, qu'elle s'étonnait de trouver dans les Chefs de son armée, des retards qui ne tenaient qu'à des circonstances physiques impossibles à surmonter. Aussi les Allemands en sont-ils arrivés à formuler, ainsi dans un de leurs ouvrages officiels, le résultat de leur

expérience.

« Le siège en règle d'un camp retranché, fortifié suivant
« les principes modernes et défendu par une armée active d'une force suffi-
« sante, est d'une difficulté telle et exige un matériel d'Artillerie si énor-
« me qu'il est à présumer que la plupart du temps le blocus et la famine con-
« duiront aussi vite au but tout en exigeant moins de ressources en matériel
« et en personnel. »

Revenons maintenant du côté de la défense et voyons comment elle a à utiliser le temps qui séparera toujours l'investissement de l'ouverture du siège proprement dit.

Avant la fermeture de la période d'investissement, avant que les troupes ennemies n'aient pris possession définitive du terrain où doivent s'établir et résister leurs avant-postes, il s'est déjà passé une série d'oscillations qui a tantôt fait reculer, tantôt reporté en avant la ligne occupée par la défense. Mais bientôt l'équilibre s'établit et peu à peu, il se constitue en face des lignes d'avant-postes de l'investissement une ligne d'avant-postes de la défense, et entre les deux une sorte de zone infranchissable de part et d'autre, plus ou moins étendue suivant la nature du terrain et que les deux adversaires ne doivent bientôt plus traverser sans user d'industrie, sans employer des travaux. Nous allons revenir bientôt sur la constitution de cette ligne d'avant-postes, mais en même temps qu'on pourvoiera à sa construction, la défense aura à poursuivre et à compléter l'organisation de la ligne de défense proprement dite.

Cette ligne de défense est formée non-seulement par les ouvrages permanents de la ligne extérieure, mais aussi par ceux qu'on a dû entreprendre pour remédier aux imperfections des précédents, soit comme nombre, soit comme emplacements. Ces premiers travaux ont dû être commencés bien avant que l'ennemi ne soit arrivé devant la place, mais leur construction prendra un certain temps, et il est possible qu'ils ne soient pas terminés au moment de l'investissement. Il ne faut pas cependant renoncer pour cela à l'occupation des points importants. Au début d'un siège, l'ennemi ne dispose que des moyens que peut aussi employer la défense, c'est-à-dire de troupes et d'Artillerie de campagne. La défense

a même en ces points l'avantage, car elle opère généralement sous l'action et dans le rayon efficace de protection des pièces de gros calibre des ouvrages latéraux ou situés en arrière.

On a dû commencer aussi dès les premiers jours l'organisation de la défense dans les intervalles. Cette défense doit être appuyée sur les obstacles naturels de ces intervalles, tels que villages, bois &ª; ceux-ci sont réunis et complétés par des travaux de terrassements d'une défense facile, en ayant soin de conserver des débouchés nombreux en avant, où on doit disputer le terrain le plus longtemps possible.

Ainsi sur l'espace que nous avons pris comme exemple, deux ouvrages avaient été entrepris dès le commencement d'Août, aux Hautes Bruyères d'un côté, au Moulin-Saquet de l'autre. Entre les deux, des tranchées de fort profil couronnaient le mouvement de terrain entre les Hautes Bruyères et Villejuif; puis la tête du village de Villejuif était organisée défensivement en profitant des murs de clôture, des haies, maisons qui se trouvaient à la lisière extérieure. Une autre ligne de terrassements rejoignait Villejuif et le Moulin-Saquet.

Sur tout ce développement, il y aurait avantage à ménager dès le début de nombreux emplacements de pièces avec abris pour les hommes et les munitions, et c'est ce qu'on n'a pas fait d'une manière suffisante pendant le siège. L'expérience a montré que les batteries qui avaient le moins souffert, celles dont le feu n'a jamais pu être éteint par celui de l'Artillerie Allemande, ce sont certaines batteries en dehors des forts et dont le relief peu accentué permettait difficilement de discerner la position exacte. Ainsi dans le voisinage des forts d'Issy et de Vanves, des batteries furent construites sur les côtés ou un peu en avant, et elles purent continuer leur tir pendant toute la lutte d'Artillerie, tandis que chaque jour les projectiles qui convergeaient sur les forts les réduisaient presqu'au silence au bout de quelques heures de tir.

L'emploi de l'Artillerie doit surtout se faire par grandes masses aussi bien dans la défense que dans l'attaque; or dans les grandes places il sera presque toujours possible à la défense de déployer un effectif de pièces supérieur à celui de l'assiégeant sur un point déterminé, à condition que son matériel soit doté d'une mobilité suffisante. Si cette condition est réalisée, il suffira d'avoir préparé les emplacements des

pièces pour s'assurer la supériorité, tantôt sur un point, tantôt sur un autre, et arriver ainsi à dérouter complètement son adversaire. Jusqu'ici le matériel d'artillerie se prête peu à cette mobilité qui permettrait de remédier d'une si avantageuse manière, dans l'intervalle des ouvrages, aux défauts que nous avons signalés de son installation sur les remparts, où sa concentration offre toujours, quoi qu'on fasse, un but facile et parfaitement défini à l'Artillerie ennemie. Il serait peut être possible de l'obtenir dans de très bonnes conditions même au point de vue économique, grâce à de petits tramways portatifs de 10 à 12 Kil. le mètre courant de voie. Les avantages qu'on en retirerait seraient bien de nature à justifier la dépense de leur approvisionnement dans les grandes places; il semble en tous cas que dût-on même les faire en bois au moment du besoin, il n'y aurait pas à hésiter à en entreprendre la construction dès le moment de la mise en état de défense des intervalles des forts. Ils serviront ainsi non-seulement au déplacement facile des pièces, mais aussi à celui des munitions. Une pièce de 15$^c$ pèse 3000$^K$, son affût plus de 1500$^K$; c'est donc déjà 4500$^K$ à déplacer. Les 50 coups d'approvisionnement journalier minimum pèseront pour 1 projectile 28$^K$, pour la charge 6$^K$, soit 34$^K$, et pour les 50, 1700$^K$. Ainsi le déplacement d'une pièce de 15$^c$ avec son approvisionnement pour un jour exige déjà le mouvement de plus de 6 tonnes; et pour l'entretien de son tir, il faut lui servir journellement au minimum 1500$^{Kil}$. On voit donc combien il faudrait de moyens de transport en chevaux et voitures pour le déplacement d'un grand matériel d'Artillerie et combien l'emploi d'un tramway et de trucs appropriés permettrait de simplifier ces importantes opérations.

Ces travaux sur la ligne des ouvrages devront être poussés le plus activement possible avant l'arrivée de l'ennemi devant la place et on les fera d'autant plus solides, que les probabilités d'attaque sur le secteur considéré seront plus grandes. Mais il importe de pouvoir disposer, dès l'arrivée de l'ennemi, de moyens assez puissants en matériel et ouvriers de toute nature pour disputer énergiquement à l'ennemi le terrain en avant de cette ligne principale de défense.

D'après l'expérience que le Colonel Denfert-Rochereau avait acquise au siège de Belfort, il admettait que l'Artillerie de gros calibre peut protéger efficacement jusqu'à une distance de 2000$^m$ des

troupes d'Infanterie même encore peu exercées, occupant une ligne de bataille constituée par des villages, clôtures, bois et obstacles de toute nature. Cette déduction est confirmée également par ce qui s'est passé à Paris.

Si donc on veut tirer parti de tous les avantages que la fortification et son armement peuvent donner, il faut avant l'arrivée de l'ennemi sortir du périmètre déterminé par la ligne des ouvrages les plus avancés et chercher en avant à 2000$^{m}$ au moins de cette ligne des positions bien protégées par celle-ci et sur laquelle les forces de la défense puissent sans danger d'être coupées, ce qu'il faut naturellement éviter à tout prix, soutenir la lutte avec les troupes de l'assiégeant. Les expériences de la guerre de Bulgarie montrent de quelle puissance de résistance sont aujourd'hui susceptibles les moindres travaux de fortification de campagne lorsqu'ils ne peuvent être tournés : il ne saurait donc y avoir d'hésitation sur la nécessité de tenter dans la défense des places une lutte extérieure du genre de celle que nous indiquons ici ; mais cette lutte n'est possible, d'abord que si le terrain s'y prête, en second lieu si la garnison réalise certaines conditions de moral et d'effectif.

La question morale joue un grand rôle dans la défense des places, comme à la guerre en général ; mais ici, plus que dans la guerre de campagne, ce côté moral dépend d'un seul homme, le Gouverneur. Ici on ne peut avoir l'exaltation des grands succès, ni même cette distraction qui naît inévitablement du changement des lieux, de la diversité des épisodes, des nouvelles de tous les points du théâtre de la guerre ou même de l'intérieur du pays ; une garnison confinée sur un petit espace, sans relation avec l'extérieur, sans autre occupation qu'un service pénible, et en apparence souvent, sans résultats bien sensibles, exposée sans relâche à tous les périls, toutes les privations, une telle garnison a besoin d'être soutenue par quelqu'un en qui elle ait confiance, qui comprenne son esprit et sache lui parler et s'en faire comprendre. Ce rôle de soutien, de conseil, d'autorité, de commandement enfin, ne peut être rempli que par un seul homme, le Gouverneur de la place, et il exige de lui un grand caractère. Sa responsabilité est immense et ne peut se partager ; son honneur et sa vie même sont en jeu ; car les Lois militaires condamnent à la peine de mort un Gouverneur qui n'a point fait avant d'en arriver à la capitulation tout ce que lui prescrivent

le devoir et l'honneur. Mais la dictature sans contrôle, que les lois reconnaissent à son autorité dans la place, serait impuissante, malgré toutes les preuves de bravoure et de dévouement personnel, s'il ne s'y joignait en même temps cette élévation d'âme et de caractère qui est capable d'inspirer les mêmes sentiments à toute une troupe. Malgré ces qualités, un Gouverneur a besoin encore d'un certain temps pour les affirmer aux yeux de tous. Aussi est-il possible si la place vient à être attaquée brusquement à la suite de revers répétés, que les troupes refoulées sur la position et qui en augmenteront la garnison, n'aient pas en elles-mêmes l'énergie nécessaire pour tenter cette lutte extérieure qui doit aujourd'hui former la base de la défense des grandes places. Ce sera un malheur difficilement réparable, parce qu'il sera ensuite bientôt impossible de revenir enlever à l'ennemi les positions qu'on lui aura laissé prendre et sur lesquelles il se sera retranché. C'est ce qui est arrivé au siège de Paris.

Outre cette première condition morale, il est en outre indispensable que la place réalise pour sa garnison certaines conditions d'effectif qui lui permettent cette lutte extérieure. Cette lutte exigera des troupes, qui ne doivent cependant pas faire défaut à la sécurité de l'ensemble, mais de plus, il faudra encore que les diminutions d'effectif, soit par le feu, soit pour autres causes dans cette lutte, n'arrivent pas à faire descendre la garnison en dessous de ce qu'exige une bonne défense de la ligne des forts et du noyau. C'est pour ce motif que, dans la constitution des garnisons des grandes places, on prévoit un effectif de troupes mobiles indépendantes de celles qui ont un rôle plus passif à remplir. Il convient de remarquer cependant que l'augmentation d'effectif que réclame ce mode de défense ne saurait s'évaluer uniquement par l'augmentation de périmètre qui en résultera pour la défense. Cette défense extérieure ne doit pas s'exercer exactement en couronne sur tout le périmètre de la position et il est même des cas où il n'en coûterait pas plus de défendre la position avancée que celle même de la ligne des ouvrages. Ainsi, on aurait pu au début du siège occuper la ligne de l'Hay-Villejuif – Choisy-le-Roi et s'y défendre facilement, grâce à quelques retranchements, sans autre effectif que celui qui était nécessaire à la garde des tranchées, qu'ainsi que nous allons le voir, on a été conduit à pousser en avant de la ligne principale des Hautes-Bruyères – Le Moulin Saquet. Les flancs de cette position eussent été, d'un côté, la

Seine dont le coude à Choisy rétrécit la ligne à occuper, de l'autre côté, les pentes de la vallée de la Bièvre, flanquées en arrière par des batteries à Cachan, eussent été facilement rendues inabordables. De cette manière, avec le même effectif, on interdisait à l'ennemi le carrefour de la Belle Epine, point de la grande route de communication par Villeneuve St Georges qui réunissait les Corps d'investissement de la rive droite et de la rive gauche de la Seine.

Ainsi en résumé, en avant de la ligne principale des ouvrages, il faut encore occuper une avant-ligne, une ligne d'avant-postes dans les points favorables, de manière à obliger l'ennemi à étendre le périmètre de son investissement. L'occupation de cette ligne doit être assez solide pour défier les attaques de vive force. Elle doit être placée de manière à recevoir une protection efficace de l'Artillerie de position située en arrière; elle ne devra donc recevoir que peu d'artillerie et seulement de l'artillerie de campagne. Enfin on pourra ne l'entreprendre qu'au moment de l'arrivée des forces ennemies ou peu avant. Il n'est pas besoin de très grands travaux pour la rendre bientôt très solide. Ce sont donc des positions de combat qu'il faut organiser, et cette manière d'entendre la guerre de siège dans les grandes places, vous justifie ce que je vous disais en commençant que les sièges ressembleront de plus en plus désormais à des batailles dont en quelque sorte l'échelle des temps serait agrandie.

Une seule défense dans la dernière guerre a été conduite dans cet esprit, c'est celle de Belfort. Quant à Paris, je vous ai dit déjà que les suites de la bataille de Châtillon du 19 Septembre avaient été telles que, sur tout le périmètre de l'investissement, on abandonnait ces positions avancées qu'on devait bientôt amèrement regretter, et même sur certains points les positions qui devaient former la ligne principale comme Châtillon ou les redoutes en construction du plateau de Villejuif.

Un effort sérieux au 30 septembre nous faisait rentrer en possession de ces dernières, mais celle de Châtillon était définitivement perdue pour nous. Il n'était donc plus possible de songer à établir sur les points où elle eût été le plus utile, cette avant-ligne que je viens de vous définir. D'ailleurs les idées sur la défense de ces grandes places fortifiées étaient encore peu nettes et on ne comprit pas tout d'abord l'étendue de la perte que nous venions de faire.

Force fut cependant bientôt de se rendre à l'évidence. Toutes les premières tentatives faites sur les positions ennemies, le 13 Octobre sur Châtillon et Bagneux; le 21 Octobre sur la Malmaison et Buzenval, trouvèrent l'ennemi déjà si fortement installé sur sa ligne d'avant-postes qu'il fut impossible de le déloger, et cependant, ainsi que les Allemands le disent dans leurs rapports, c'est dans les premiers jours de l'investissement qu'une armée a le plus de chances de percer ce rideau de positions parce que son adversaire n'a pas eu encore le temps de s'installer et de se retrancher. Au bout de peu de jours, l'expérience le prouvait à Paris, c'est déjà très difficile, et l'assiégeant a tous les bénéfices d'une position défensive servie par des armes à tir rapide contre un ennemi attaquant à découvert.

Il ne reste donc plus à l'assiégé qu'un moyen : retourner contre l'ennemi les procédés qu'il emploie, marcher au devant de lui par des tranchées, ce qu'on appelle des contre-approches, et s'en rapprocher assez, le déborder même, l'envelopper en partie, lorsque cela est possible, au point de faire disparaître les dangers d'une attaque à découvert commencée à trop grande distance.

Ces travaux de contre-approche ne doivent pas être poussés au hasard : Il ne faut d'abord les développer que vers les points réellement utiles à occuper les organiser surtout de manière à ce que l'ennemi qui s'en serait emparé ne puisse pas les retourner facilement contre la défense. Cette dernière condition est quelquefois difficile à satisfaire, on s'y conformera le plus qu'on pourra, mais il faut cependant ne pas hésiter devant cet inconvénient lorsque le but à atteindre a une grande importance.

On remarquera que ces travaux exigent une main d'œuvre considérable. L'emploi sur une grande échelle de ces lignes de contre-approches ne pourra donc avoir lieu que dans les très grandes places où il y aura toujours, ou une garnison très nombreuse, ou une population ouvrière considérable dont on ne saurait trouver une meilleure utilisation. A Sébastopol où le premier exemple de cette tactique de l'emploi en grand des terrassements par la défense a été donné par le Général Totleben l'armée seule fit tous les frais de ces travaux. A Paris malgré les énormes ressources en personnel on ne l'a employée que

timidement, mais le peu qui en a été fait montre les résultats qu'on aurait pu obtenir.

Sur la ligne dont nous nous occupons, des Htes Bruyères à Vitry, grâce à l'impulsion d'un Général du Génie auquel la défense de Paris doit la plus grande partie de son originalité, le Général Tripier, une ligne avancée fut construite à une distance variant entre 4 et 500m. En avant de cette nouvelle position, de véritables lignes de contre-approches furent poussées à plus de 300m. en avant.

En avant des Hautes Bruyères, les tranchées s'avançaient à 300m. seulement des avant-postes Allemands du village de l'Hay.

Si, ainsi que l'avait demandé le Général Tripier, sans parvenir à se faire écouter, on avait ainsi successivement gagné du terrain en avant pendant les mois qui ont précédé la véritable action d'Artillerie, on eût fini par compromettre de la manière la plus sérieuse l'importante communication de l'ennemi dans cette région. Mais cette tactique ne fut pas suivie, et on usa toute l'énergie de la défense en attaques presque toujours stériles contre les positions ennemies. Une seule fois, le 28 Octobre, une Compagnie Prussienne (Garde Royale) se laissa surprendre avant le jour au village du Bourget. Le village fut occupé, organisé défensivement, mais du moment où on ne profitait pas de la surprise de l'adversaire pour faire de cette conquête le point d'appui d'une occupation un peu étendue, il était inévitable qu'elle dût rapidement succomber, si elle était attaquée. C'est ce qui arriva en effet deux jours plus tard, le 30 Octobre.

Le mois de Novembre se passa à organiser les forces de la défense, à former des bataillons de marche avec la Garde Nationale, à préparer les grandes opérations qu'on méditait, et pendant ce temps l'ennemi se tenait immobile derrière ses positions fortifiées, attendant, pour donner à son tour signe de vie, que ses munitions d'Artillerie fussent au complet.

Un effort considérable fut fait le 30 Novembre par la défense sur la rive gauche de la Marne, à Villiers et Champigny. Nos troupes firent preuve d'une grande bravoure; elles réussirent à enlever les positions d'avant-postes, mais échouèrent devant la position de combat principale. D'ailleurs le choix de ce point d'attaque n'était pas heureux, au moins pour les difficultés qu'il présentait tout d'abord. Peut-être si on en

avait triomphé, se fût-on bientôt après trouvé dans une meilleure situation. Mais les premiers obstacles, dus surtout à la nature du terrain, dépassaient ce qu'il était possible d'obtenir dans un temps assez court pour n'avoir affaire qu'aux troupes cantonnées sur ce point et obtenir le résultat principal avant l'arrivée des renforts. Bref, après avoir réussi seulement à garder les quelques points dont on s'était emparé le 30 Novembre, après avoir repoussé avec succès le 2 Décembre une attaque générale des Allemands qui se trouvèrent aussi en présence des retranchements qu'on avait rapidement élevés, l'armée repassa la Marne.

Peu de temps après, le 21 Décembre, une nouvelle tentative bien moins sérieuse, il est vrai, eut lieu dans la plaine du Bourget. Le village fut en partie occupé, mais les efforts décousus et sans liaison de l'armée ne conduisirent à aucun résultat sérieux.

Quelques jours après, le feu d'Artillerie commençait et avec lui les véritables opérations du siège. Plus de trois mois s'étaient donc passés en opérations préliminaires.

---

## 12e Leçon.

Nous avons laissé notre étude de l'attaque et de la défense des places au moment où les approvisionnements de l'Artillerie étant au complet, l'ennemi peut entreprendre l'établissement de ses premières batteries et ouvrir le feu sur les ouvrages de la défense. Nous avons à poursuivre aujourd'hui cet examen et à présenter quelques développements sur les opérations du siège jusqu'à la chute du Corps de place et à la capitulation.

Les premières batteries que l'assiégeant établit et qui constituent ce qu'on appelle la première position d'Artillerie ont pour but de couvrir de projectiles, de bombarder les ouvrages qui contiennent la grosse Artillerie ennemie, de la réduire s'il se peut au silence afin de permettre d'abord l'enlèvement de la ligne d'avant-postes de la défense, puis le développement des travaux d'approche contre les ouvrages.

Si la défense a porté ses avant-postes à une distance de 2000m.

de la ceinture des forts, distance où la protection des pièces de gros calibre est encore efficace, ces premières batteries de l'attaque seront obligées de se tenir assez loin en arrière. Les sorties ennemies, la fusillade même des avant-postes les obligeront à s'arrêter à 1,000$^m$. au moins, ce qui les éloignerait à 3000$^m$. environ des points qu'elles ont intérêt à battre. Mais comme on cherchera toujours à se rapprocher le plus possible, et que d'ailleurs d'après la configuration du terrain, le tracé de la ligne des avant-postes de la défense sera variable, on évalue à 2500$^m$. en moyenne de la ligne des forts ce premier établissement d'artillerie.

Ces batteries sont organisées pour 4 ou 6 pièces au plus; elles sont pourvues de magasins blindés, d'abris à l'épreuve pour les hommes. On les construit autant que possible derrière les couverts naturels, haies, bouquets de bois, murs, habitations, etc, qu'on détruit ensuite rapidement dans la nuit qui doit précéder le feu. Comme elles sont invisibles jusque là de l'assiégé, on peut les construire à loisir. Si ces batteries devaient être construites en plaine, en des points vus de la place, les types de construction adoptés permettent de les achever en une seule nuit, au moins dans leur gros oeuvre On les perfectionne soit la nuit suivante, soit pendant les interruptions de tir.

Des postes télégraphiques sont organisés à portée des groupes principaux, de manière à permettre des avis faciles et rapides soit sur les résultats du tir, soit sur les événements qui obligeraient à modifier les objectifs primitivement assignés au tir des batteries et à faire converger le feu des pièces sur d'autres points où des effets immédiats seraient plus urgents.

De plus dans les intervalles des batteries ou en avant, mais à une distance telle que le tir n'en soit pas gêné, des postes de tirailleurs se creusent des logements, c'est-à-dire de petites tranchées d'où ils puissent surveiller et combattre les sorties que l'ennemi tentera probablement. Ces abris perfectionnés et prolongés peu à peu finiront par former une sorte d'avant-parallèle.

Les batteries de première position comprendront sur le secteur d'attaque tout le matériel dont on peut disposer, sauf bien entendu la réserve indispensable pour parer à l'imprévu. Si le premier jour du feu, ce grand déploiement d'Artillerie arrive à prendre une supériorité décidée sur l'attaque, on devra chercher à profiter du moment de crise

qui n'aura pas manqué de se produire dans la défense, pour enlever la ligne de ses avant-postes, qui empêcherait tous progrès ultérieurs. A cet effet, une partie des pièces de la première position, renforcée par toutes les batteries de campagne qu'on pourra utilement employer, canonnera cette ligne d'avant-postes et on l'attaquera de vive force dans la nuit même qui suit l'ouverture du feu. Si la défense est énergique, il pourra se produire pour la possession de ces avant-postes une série de combats, qui se renouvelleront les jours suivants, et le triomphe de l'attaque ne sera définitif que lorsque la suprématie de son Artillerie se sera définitivement établie : nouvelle preuve à l'appui de ce que je vous ai déjà plusieurs fois répété, que les sièges seront désormais de grandes et longues batailles.

Pour répondre à cette lutte d'Artillerie, la défense aura dû prévoir longtemps à l'avance qu'elle y serait exposée ; et elle se hâtera de renforcer son artillerie sur sa ligne principale. Si elle a disposé à l'avance sur les secteurs probables d'attaque, que l'on connaît toujours à peu près exactement, les petits tramways dont je vous parlais à la dernière conférence, les trucks ou wagonnets qu'elle y fera circuler lui donneront des facilités particulières pour ce renforcement d'armement. Mais d'autres dispositions ont été imaginées et essayées récemment dans notre pays et qui permettraient, grâce à la grande portée des pièces rayées, de faire concourir à la défense des points menacés, toutes les pièces sans exception situées dans le rayon de portée des points à battre, quelle que soit la disposition des crêtes des ouvrages où elles sont placées.

Il est à remarquer en effet que la disposition que nous avons indiquée pour l'Artillerie sur les remparts ne laisse qu'un champ de tir limité ; 45° à droite et 45° à gauche de la normale à la face de l'ouvrage. Si donc un ouvrage se trouve situé sur l'un des flancs des attaques par exemple, il peut se faire que la ½ de son armement seulement soit utilisable et l'autre ½ recevra des projectiles arrivant sous de grands angles sans en renvoyer un seul. On a donc proposé récemment de régulariser les conditions du tir indirect qui a si avantageusement été employé dans la défense de Belfort, c'est-à-dire le tir effectué par des procédés particuliers de pointage où le but n'est pas directement visible, de manière à permettre l'utilisation

de toute l'artillerie des ouvrages, même de celle qui est couverte par de hautes traverses ou le massif des cavaliers ou parados. Pour pointer une pièce, lorsqu'on voit le but, un seul instrument donne à la fois les éléments du tir en fonction de la distance, c'est la hausse. La hausse est une tige mobile dans un logement ou canal pratiqué à la culasse de la pièce et où elle peut prendre au moyen d'un arrêt particulier une hauteur déterminée. Lorsqu'on connaît la distance d'un but visible, les tables de tir donnent deux éléments pour la hausse; le premier la longueur de hausse où l'on met le curseur, qui arrête la tige dans le canal de la hausse, le deuxième est ce qu'on appelle la dérive, qui sert à tenir compte de la dérivation latérale des projectiles cylindriques; c'est une distance en millimètres que l'on porte sur une réglette perpendiculaire à la hausse à son extrémité supérieure. L'extrémité de la réglette porte l'oeilleton qui sert à viser.

Lorsque la hausse et sa réglette, ainsi mises au point convenable, sont placées à la culasse dans le canal de la hausse, on met ensuite au moyen de la vis de pointage ou par des déplacements latéraux ces trois points en ligne droite, l'oeilleton, le sommet du guidon qui est placé sur l'embase du tourillon, et le but visé. Une fois ce résultat obtenu la pièce est dite pointée; la longueur de hausse a eu pour effet de donner l'angle de tir de la pièce; la longueur de la réglette a corrigé la dérivation du projectile en dehors du plan de tir. En réalité, on est arrivé ainsi à donner à la pièce deux angles fonctions de la distance, l'un dans un plan vertical, l'autre azimuthal, et on conçoit très bien qu'il ne soit pas nécessaire de voir le but pour ces opérations. Lorsqu'on connaît la distance, l'angle de tir peut se donner avec le niveau à bulle d'air dont on se sert dans l'Artillerie. L'angle azimuthal exige quelques dispositions spéciales qu'il faut avoir prises à l'avance.

Supposons qu'on ait un plan suffisamment exact du terrain dans la portée de la pièce, avec l'indication précise du point où est la pièce. Ce plan permettra d'abord d'apprécier avec une approximation suffisante pour le tir la distance d'un point quelconque du terrain. Mais il donnera en outre l'angle de l'azimuth de ce point par rapport à une direction fixe, la méridienne par exemple, qui est toujours indiquée soigneusement sur les levers. Si donc la pièce est disposée de façon à faire facilement un angle donné avec la méridienne, elle sera pointée sur

le but sans qu'il soit nécessaire que ce but soit visible et la seule condition à observer sera que l'inclinaison à donner à la pièce dans le sens vertical soit assez grande pour faire passer le projectile au dessus des masses couvrantes qui l'entourent, parapets ou traverses.

Dès lors voici comment le tir peut s'exécuter.

Une batterie ennemie est signalée au Commandant de l'Artillerie de la place. Cette batterie occupe un emplacement qu'il est possible de reporter sur la carte des environs de la place disposée au bureau central de l'Artillerie. Cette carte est divisée par des parallèles et des méridiens numérotés.

Dès que l'emplacement d'une batterie ennemie est bien repérée, le Commandant d'Artillerie voit immédiatement avec une simple ouverture de compas de 5,000$^{m}$. par exemple, les ouvrages de la place dont le canon peut avoir action sur la batterie ennemie. Il télégraphie donc à chacun de ces ouvrages un ordre simplement conçu en ces termes : Feu indirect de toutes vos pièces, latitude tant, longitude tant.

Dans chaque ouvrage, on marque sur le plan spécial qu'on possède le point dont la latitude et la longitude sont ainsi données. Ce plan porte en outre l'emplacement de chacune des pièces de l'ouvrage. Il est donc possible de mesurer sur le plan pour chaque pièce la distance; l'azimuth se mesure en outre au rapporteur; les tables de tir donnent ensuite, en fonction de la distance, l'angle de correction à donner à cet azimuth pour tenir compte de la dérivation. Ainsi par le moyen de ces plans qui doivent être exacts et à grande échelle, et grâce aux communications télégraphiques, il est possible de faire converger rapidement le feu d'un grand nombre de pièces sur le même point.

Quant à la manière de donner au plan de tir d'une pièce un angle déterminé avec la méridienne, différents procédés sont employés. L'un de ceux qui sont les plus utilisés, consiste à fixer sur le côté de la plate-forme deux équerres en fer traçant une ligne de repère bien fixe. L'orientation de cette ligne par rapport à la méridienne tracée sur les plans est déterminée avec soin une fois pour toutes. Deux points de la pièce ou de l'affût, comme l'extrémité de l'essieu d'une part, un point fixe

de la crosse d'autre part sont ensuite placés par rapport à cette ligne de manière à avoir l'inclinaison voulue. D'autres dispositions très variées ont d'ailleurs été imaginées, mais il vous suffit de connaître le principe pour comprendre le parti que la défense peut en tirer.

L'expérience en grand de ce genre de tir a été faite à Besançon en 1876 : bien que l'organisation d'ensemble de ce service fût improvisée, que le personnel l'appliquât pour la première fois, et qu'en outre le matériel ne fût pas pourvu de quelques perfectionnements très simples qui faciliteraient beaucoup son emploi, les résultats furent des plus satisfaisants (A). Et il serait avantageux d'en préparer l'utilisation par un certain nombre de mesures qu'il est indispensable d'avoir prises à l'avance, telles que le lever à grande échelle des environs des ouvrages dans un rayon de 5,000$^{m.}$ au moins, la préparation sur chaque plate-forme de repères bien orientés par rapport à la méridienne, enfin l'installation de communications télégraphiques entre tous les ouvrages et le bureau du Commandant en chef de l'Artillerie.

Grâce aux diverses dispositions que nous venons d'énumérer, la lutte d'Artillerie dans les sièges des grandes places, pourvues d'un bon et nombreux armement, perdra, du moins dans les premiers moments, ce caractère de passivité qui marquait cette phase de la défense dans les sièges d'autrefois. Il arrivera fréquemment que cette lutte restera longtemps indécise et que l'assiégeant sera obligé de tenter de marcher sur la place avant d'avoir eu raison de l'Artillerie de la défense. C'est ce qui est arrivé au commencement du siège de Sébastopol ; mais à cette époque le tir indirect n'était pas connu, et malgré ses succès pendant le cours du siège, l'Artillerie de la défense tirant à embrasure derrière les parapets fut exposée à des pertes effroyables en matériel et personnel, pertes qui eussent suffi à réduire bientôt la garnison à merci, si elle avait été réduite à ses propres forces et si la place avait été

---

(A) Sur 247 coups tirés, on a relevé 53 coups dans un carré de 100$^{m.}$, 115 de 200$^{m.}$ – 190 dans un carré de 400$^{m.}$ de côté. Les distances des ouvrages au point à battre variaient de 2720$^{m.}$ à 6720$^{m.}$

investie.

D'après les renseignements cités par le Général Belge Brialmont, la place n'aurait pas tenu 8 jours devant le feu terrible des alliés sans les abris en bois et en terre que le Général Totleben fit construire pendant le siège de Sébastopol en arrière de l'enceinte et dans les ouvrages indépendants qui servaient de point d'appui à cette ligne de défense. Dans les derniers temps les assiégeants avaient en batterie 814 bouches à feu dont 151 obusiers et 267 mortiers de divers calibres. Les rapports Russes constatent que la garnison perdit 1500 hommes dans la journée du 17 Août, 1000 hommes par jour jusqu'au 21 Août et 5 à 600 hommes par jour du 22 Août au 5 Septembre. Du 5 au 8 Septembre, les Russes eurent 3917 hommes mis hors de combat non compris les Artilleurs, qui certainement furent les plus maltraités. Le feu enleva donc aux assiégés plus de 18,000 hommes en 21 jours. Dans cette période les Français ne perdirent que 3815 hommes.

A Paris bien que la défense ne se fût pas servie du tir indirect, les résultats de cette première lutte à grande distance furent complètement nuls pour l'attaque, sauf du côté du Nord où la défense se tint au contraire dans une attitude beaucoup plus passive. Mais vers le Sud, en face des ouvrages d'Issy, de Vanves et de Montrouge, le bombardement était fait par des batteries établies entre 2500 et 1800$^{m}$, c'est-à dire de véritables batteries de 1$^{ère}$ période; et cependant au bout de 22 jours de bombardement, l'Artillerie de la défense conservait sa vivacité, surtout de la part des batteries situées dans les intervalles des forts.

Un fait en particulier est de nature à montrer tous les avantages de ce tir indirect qui ne fut malheureusement pas assez développé.

La batterie de mortiers de 32$^{c}$, placée à côté de la station de Clamart, derrière le remblai du chemin de fer haut de plus de 10$^{m}$, fut la seule qui continua son tir sans interruptions, car il fut impossible à l'ennemi pendant le bombardement de déterminer exactement sa position. Si au lieu de mortiers lisses, dont le tir est si incertain, on avait employé des pièces rayées, nul doute que le résultat n'eût été plus favorable encore.

En somme au moment de l'armistice, les avant-postes

Allemands étaient à 900 ou 1000m. seulement de l'ouvrage qu'ils serraient de plus près, le fort d'Issy, et en avant de celui-ci, le long de la tranchée du chemin de fer de Versailles et plus près du fort, se trouvaient encore occupées par nous deux bonnes lignes de tranchées dont l'enlèvement n'eût pas été sans difficultés.

En résumé, vous voyez donc qu'au siège de Paris, les Allemands mirent 5 mois et ½, du 19 Septembre au 27 janvier, à préparer les opérations proprement dites d'un siège, celles qu'il me reste à vous décrire maintenant.

Ainsi admettons que l'attaque ait réussi dans sa lutte pour conquérir le terrain en avant, qu'elle ait refoulé le défenseur jusque sur la ligne de ses ouvrages principaux, il va lui être nécessaire de procéder aux travaux méthodiques du siège pour s'approcher davantage de la place et en arriver à l'assaut. Elle va avoir alors deux préoccupations; d'abord rapprocher son artillerie pour achever de ruiner l'artillerie de la défense par un tir de grande précision et en même temps ouvrir brèche à distance, si le profil s'y prête. En second lieu protéger cette Artillerie contre les tentatives de l'assiégé, d'autant plus dangereuses à cette distance qu'on est moins loin de la ceinture des ouvrages de la place et de sa ligne de grande résistance.

Pour mettre l'Artillerie dans ses meilleures conditions de justesse, il faut se rapprocher jusqu'à 800 ou 1100m. environ de la ligne principale de la défense. Cette latitude de 300m. qu'on se donne pour les projets, permettra de choisir les meilleurs emplacements pour le but à atteindre. On constitue ainsi ce qu'on nomme la 2e position d'Artillerie.

Pour la protéger, à 150 ou 200m. en avant, et autant que possible la même nuit, on construit la première parallèle. Cette parallèle se trouvera donc à une distance de 6 à 800m. de la ligne des forts, et la zone de 300m. en arrière ainsi que l'emplacement de la parallèle sont donc à portée très efficace du feu des fusils de l'armement actuel. Nul doute par conséquent que l'assiégé ne soit en mesure d'interdire complètement les agglomérations d'hommes nécessaires à la construction des batteries, à la confection de la parallèle, à la garde et à la protection de tous ces travailleurs s'il peut soupçonner leur présence et leur situation exacte. Depuis la guerre de 1870, on est arrivé à perfectionner dans de considérables proportions les appareils de

lumière électrique qu'on avait cherché à utiliser alors pour l'éclairage des abords des ouvrages. Il n'est pas douteux qu'on ne puisse aujourd'hui à moins de circonstances atmosphériques très particulières discerner des mouvements à 3 et 4,000$^{m}$. ; il sera donc bien difficile si la surveillance du terrain des attaques est bien faite, que l'ouverture de la tranchée passe inaperçue. Si elle est seulement soupçonnée, quelques Compagnies d'Infanterie tirant en salve sur les groupes qu'elles auront repérées, y causeront en peu de temps des pertes qui les obligeront à se disperser et à abandonner le travail. Il est donc probable que l'on réussira tout au plus du côté de l'attaque à amorcer quelques bouts de tranchée, qu'il s'agira ensuite de raccorder peu à peu.

Au lieu donc d'ouvrir la première parallèle avec l'imposant appareil qu'on lui donnait autrefois, de petits groupes de travailleurs, munis de gabions, s'établiront à de grands intervalles les uns des autres. Avec les gabions, en 10 minutes, un homme est à peu près à couvert ; c'est le temps qu'il faut pour le remplir. Ceux-là une fois à l'abri, d'autres viennent dans les intervalles et recommencent le même travail, de manière qu'il n'y ait pendant toute la nuit que peu de monde exposé à la fois. S'il reste des lacunes on les complètera la nuit suivante, ou le jour si le feu de la place se ralentit et permet de marcher en sape volante, ou même si l'on ne peut faire autrement, en sape pleine.

Il sera toujours bien difficile de dérober de la même manière la construction des batteries, et comme elles exigent une concentration assez grande de travailleurs, il faut s'attendre à y éprouver des pertes sensibles. On sera même parfois contraint d'abandonner les plus exposées d'entre elles pour attendre l'effet de celles qu'on aura été assez heureux pour achever.

L'établissement de cette deuxième position d'Artillerie est de la plus grande importance. Comme ces batteries sont destinées à mettre hors de service l'Artillerie de la défense et à rendre intenables les lignes et les ouvrages de la place, il faut choisir avec plus de soin que pour la première position d'Artillerie, l'emplacement des pièces par rapport aux lignes et aux ouvrages ennemis. Si on ne peut arriver à des résultats complètement satisfaisants à l'aide de batteries directes, on leur associe des batteries d'enfilade destinées à lancer des shrapnells et à tirer à obus sous de grands angles.

Devant ce grand déploiement d'Artillerie, il est probable qu'au bout de quelque temps de lutte, le feu de la défense sera éteint sur un certain nombre de points de la ligne des ouvrages. Il faut alors, tout en modérant l'intensité du feu des batteries assiégeantes, le continuer sans interruption surtout la nuit, afin d'empêcher les défenseurs de réparer les dégâts et de mettre en batterie de nouvelles pièces.

Sous la protection de cette deuxième position d'Artillerie, appuyée elle-même par une partie des batteries de la première position, l'attaque pousse en avant le plus rapidement possible ses travaux d'approche en profitant de tous les accidents naturels du terrain. Pendant l'exécution de ces travaux, la parallèle est garnie de tireurs qui font feu sur les crêtes des parapets, de manière à empêcher l'ennemi de les occuper.

A 350$^{m}$. de la crête des chemins couverts, on forme une 2$^{e}$ parallèle; à 150 ou 170 on place la 3$^{e}$ parallèle et ces deux parallèles sont munies de batteries de mortiers qui achèvent de rendre intenables les ouvrages attaqués.

A partir de la 3$^{e}$ parallèle on marche en sape double sur la crête du glacis et c'est à cette distance généralement que commencera la guerre souterraine pour détruire le système des mines de la défense. Le chemin couvert sera couronné sur une étendue suffisante pour permettre d'y masser les colonnes chargées de l'assaut et pour descendre dans le fossé, un fourneau sera disposé en arrière de la contrescarpe, à proximité de la brèche qu'on aura ouverte de loin, s'il est possible, par le tir indirect, ou de celle que déterminera l'explosion d'un fourneau placé sous les fondations ou derrière le mur.

Mais la défense ne sera pas restée inactive pendant ce temps, et il lui est quelquefois possible de troubler considérablement cette marche progressive. En se portant à une certaine distance en avant sur les flancs et en profitant de certains couverts naturels qui existeront toujours, elle peut installer des lignes de contre-approches qui avec des tirailleurs ou même des pièces légères dont les batteries seront rapidement construites, prendront de flanc ou même d'enfilade une partie de ces travaux, obligeront les défenseurs à les abandonner ou même à en modifier le tracé. De là des retards, souvent aussi l'obligation d'étendre le front des attaques plus qu'on ne l'avait prévu, la nécessité d'employer plus de monde aux travaux, d'où une augmentation de l'effectif des troupes du siège ou des fatigues de celles qui

s'y trouvent.

En même temps la défense qui ne peut plus lutter que difficilement de plein fouet lorsque les batteries de la 2e position ont ouvert leurs feux, s'établit en arrière de la ligne des ouvrages sur une position qui aura été reconnue à l'avance. Elle doit se trouver à peu près à égale distance entre les forts et l'enceinte. Son but est de permettre au défenseur de rendre intenables les forts conquis, d'arrêter les progrès de l'ennemi. Elle affecte la forme d'un arc concave appuyé aux forts collatéraux, afin de placer dans un rentrant l'assiégeant qui ne peut développer son attaque qu'entre les deux forts conquis. Cette position ne peut être avec les moyens dont on dispose une ligne continue. Elle se compose comme celle qui est occupée en avant des forts, d'une série de localités ou de couverts naturels organisés défensivement et reliés par des batteries. Celles-ci armées avec les pièces tirées de la ligne des forts dont l'emploi n'est plus possible ou avec une partie de la réserve de la place, peuvent avoir une action encore efficace sur le terrain des attaques et les batteries de la 2e position.

C'est cette action lointaine qu'exerçaient dans la défense de Paris, les pièces placées sur l'enceinte, située assez près de la ligne des forts pour occuper à peu près l'emplacement de la position intermédiaire dans une grande place dont les forts seraient à 5,000m. en avant. Leur intervention fut souvent des plus efficaces pour soulager la ligne des forts quelquefois trop vivement pressée.

Lorsque l'ennemi aura réussi à s'emparer de la ligne principale des ouvrages, il sera donc amené forcément à compter avec cette nouvelle installation de l'Artillerie de la défense. Si la ligne dont il s'est emparée est à une distance moyenne de 5,000m. de la place, il sera encore trop loin pour que le bombardement arrive seul à triompher de la dernière résistance. Il lui faut encore recommencer la lutte, éteindre le feu de l'Artillerie de cette position, s'en emparer pour aller ensuite placer ses batteries à bonne portée du dernier centre de la résistance, du Corps de place. Les difficultés seront probablement moins grandes pour l'attaque dans cette période que dans les précédentes ; la garnison sera exténuée, réduite par ses pertes dans les luttes antérieures, par les maladies, suite inévitable des privations qu'elle aura à supporter, quelles qu'aient été les précautions prises pour ses approvisionnements ; démoralisée surtout par

les pas incessants en arrière que les progrès méthodiques de l'attaque l'auront obligée à faire. Le dénouement final est donc prévu, non plus à jour fixe, comme on croyait pouvoir le prédire autrefois; mais le triomphe de l'attaque n'en reste pas moins certain, si celle-ci peut impunément se renforcer, réparer ses pertes, augmenter son matériel.

A ce titre il n'est pas douteux aujourd'hui comme du temps de Vauban qu'on ne puisse encore proclamer l'adage: ville assiégée, ville prise. Il n'est pas douteux non plus qu'une place assiégée ne puisse être délivrée que par des armées de secours. Mais ne peut-on pas conclure de tout ce que nous avons dit, que le siège d'une grande place défendue par une garnison et un matériel suffisant ne soit aujourd'hui l'une des opérations les plus difficiles et surtout les plus longues que l'on ait à rencontrer à la guerre?

Récapitulons en effet les diverses périodes d'un siège. Nous assistons d'abord à l'investissement de la place, à la marche progressive de l'armée assiégeante autour de la position défensive, période signalée par de nombreuses escarmouches, quelquefois même de véritables combats.

Puis le cercle se ferme; l'assiégeant s'occupe pendant quelque temps de s'installer autour de la place, d'organiser ses cantonnements; d'assurer ses communications, et par dessus tout de se protéger contre les irruptions de son adversaire par une ligne solide de fortification improvisée.

Aussitôt il se met en mesure de réunir le matériel de grosse artillerie qui lui est indispensable pour ses progrès ultérieurs. L'exemple du siège de Paris donne une idée des difficultés qui l'attendent pour cette opération.

Pendant ce temps, la défense se renforce en avant de ses ouvrages; à bonne portée du canon de ses ouvrages les plus avancés, elle organise une solide ligne de combat appuyée sur des obstacles naturels, renforcée par quelques terrassements. C'est un nouvel obstacle qui vient s'ajouter à ceux qui existent déjà; l'attaque ne peut l'enlever que si elle réduit au silence l'Artillerie en arrière qui fait sa force. Elle installe ses batteries de première période.

Au siège de Paris, pendant 22 jours de tir sur les forts du Sud, elle ne peut cependant éteindre le feu de la défense. Force lui

eût été d'enlever de haute lutte les avant-postes qui auraient dû exister en avant, et d'accomplir cette opération malgré le feu de la grosse Artillerie de la défense. Le succès doit à la fin rester à l'attaque, mais que de temps pour cela!

Les avant-postes sont enlevés; il faut commencer les travaux d'approche; d'où nécessité de donner plus de précision à l'Artillerie en diminuant la distance. On établit la 2e position d'Artillerie, et on ouvre la première parallèle.

Restent à faire pour arriver aux ouvrages tous les travaux des sièges d'autrefois, zigs-zags, parallèles, batteries de mortiers, établissement de mines pour renverser la contrescarpe, brèche dans l'escarpe des ouvrages et enfin l'assaut.

Ce n'est pas tout encore; la défense a prévu la chute de sa ligne avancée; elle a installé une position intermédiaire entre la place et cette ligne. Les mêmes travaux sont à recommencer pour arriver au Corps de place; il faut encore installer une première position d'Artillerie, faire tomber la ligne intermédiaire, rapprocher les batteries de la place, ouvrir une première parallèle, une seconde, une troisième, faire brèche.

Cette brèche même sera-t-elle toujours le signal de la capitulation? L'exemple de Sarragosse en 1810 montre ce qu'on peut obtenir des habitants dans une lutte où le patriotisme est en jeu; après vingt neuf jours de tranchée ouverte pour prendre l'enceinte, vingt trois autres jours furent encore nécessaires pour cheminer de maison en maison qu'on fut obligé de faire sauter. 53,000 personnes périrent dans la place, bien plus par la maladie que par le feu; mais les pertes Françaises étaient cruelles aussi, si on tient compte du faible effectif de l'armée assiégeante, et on ne sait trop ce qu'on doit le plus admirer dans ce siège de l'énergie de l'attaque ou du désespoir patriotique de toute une population, hommes, femmes, prêtres et enfants luttant jusqu'à la mort contre l'étranger.

C'est le bombardement tout autant que les mines qui triomphèrent de la résistance. Le bombardement suffira-t-il à la reddition? Un autre exemple, et c'est une garnison Française qui nous le donne, nous montre qu'il n'en est rien; le siège de St. Sébastien en 1813 soutenu contre les Anglais.

La garnison ne comptait que 3,000 hommes; elle avait pour chef le

Général Rey. La population était hostile aux Français et tout portait à croire que la ville ne tiendrait qu'une quinzaine de jours. La canonnade et le bombardement furent si violents que des 800 maisons dont se composait la ville, il n'en restait que 8 intactes. La brèche fut praticable pendant un mois; elle avait 250$^{m}$ de large. Les Français soutinrent 9 assauts dont 6 au Corps de place; après le dernier, ils se retirèrent dans le château où faute d'abris, de vivres et de munitions, ils déposèrent les armes le 8$^{e}$ jour. Ils s'étaient défendus 73 jours.

La place capitulera alors, mais quel temps toutes ces opérations n'auront-elles pas employé?

Dans la guerre purement défensive, aussi bien en rase campagne que dans un siège, on ne peut avoir qu'un seul but, gagner du temps, et le mode de fortification des grandes places par des ouvrages avancés et une enceinte intérieure y répond d'une manière suffisante, à condition d'admettre les conséquences inévitables de cette organisation dans l'effectif des garnisons et l'importance de l'armement.

Pour être efficace, même avec cette organisation supposée complète, il faut que le mode de défense adopté ait ce caractère d'offensive permanente que vous avez pu reconnaître dans les indications que je viens de vous donner; il faut que la garnison sorte de ses lignes et s'avance au devant de son ennemi et le plus bel exemple qui ait été donné de ce mode de défense c'est celui de Gênes par Masséna au moment de la campagne de Marengo. Enfermé dans la ville avec 12000 hommes il tenait en respect une population hostile de 150,000 âmes, la flotte Anglaise et 25000 Autrichiens qui l'assiégeaient. Les trois ouvrages principaux sur lesquels s'appuyait sa défense étaient à 5, 7 et 8 Kil. de l'enceinte et séparés les uns des autres par des intervalles de 10 Kil. L'ennemi au commencement du siège, avait pénétré entre les forts et la place; il en fut repoussé après plusieurs combats et rejeté au loin en avant de la ligne des ouvrages qu'il ne franchit plus qu'à la capitulation, dénouement nécessité comme cela est arrivé et arrivera presque toujours par l'épuisement des vivres.

De telles défenses exigeront de la part des garnisons un moral soutenu; l'expérience des sièges de Metz et de Paris a démontré que l'une des causes les plus efficaces de démoralisation était la privation

de nouvelles certaines. En l'absence de toute communication avec l'extérieur, les bruits les plus sinistres, les plus absurdes souvent, sont en circulation sans qu'on en puisse saisir l'origine et l'ennemi ne néglige aucune occasion de les entretenir et même de les faire naître. Au siège de Mayence en 1793, les Impériaux firent même répandre aux avant-postes des exemplaires d'un faux Moniteur Universel, composé pour la circonstance. Pendant le siège de Paris, les Allemands renvoyèrent avec de fausses dépêches les pigeons voyageurs que portait un ballon tombé entre leurs mains. Mais la supercherie fut sans succès, car les dépêches que les pigeons rapportèrent dans la Capitale étaient signées du nom de A. Lavertujon, Secrétaire du Gouvernement de la Défense Nationale et qui n'avait pas quitté Paris. Ces moyens d'intimidation vont faire défaut aux assiégeants aujourd'hui dans la plupart de nos places fortes, grâce à l'installation d'appareils de télégraphie optique qui les mettront en communication avec des points dont la distance peut être de 80 Kilomètres. Des communications de cette nature fonctionnent parfaitement à cette distance aujourd'hui entre deux forts l'un de Dijon, l'autre de Besançon, et presque tous nos ouvrages sont actuellement reliés par un réseau complet.

Ces appareils reposent sur ce principe qu'une lumière placée à la place qu'occuperait l'œil dans une lunette enverra ses rayons dans tout le champ de la lunette et ne sera vue par conséquent que des points situés dans ce champ. Si donc un observateur est placé en un point de ce champ et muni d'une bonne longue-vue il verra un point lumineux dont les éclipses par un petit écran pourront représenter un langage convenu. On utilise l'alphabet du télégraphe Morse. Les points et les traits sont figurés par des éclipses courtes ou longues, et la manœuvre est assez simple pour que des sapeurs du Génie arrivent au bout de très peu de temps à recevoir et transmettre des dépêches.

Nous terminerons ici les notions sur les sièges qu'il m'était possible de vous présenter. Malgré la généralité dans laquelle j'ai été obligé de me tenir, j'estimerais que ces quelques réflexions n'auront pas été inutiles, si j'étais arrivé à vous faire saisir le caractère essentiellement actif que doivent présenter les défenses modernes. Il ne s'agit plus aujourd'hui dans la fortification de lever les ponts levis dès qu'on voit

l'ennemi, et de les baisser seulement au jour fixé à l'avance de la capitulation. Les forts sont des batteries puissantes qui permettent de lutter au dehors, d'y livrer la bataille du siège et si j'insiste autant sur ce caractère nouveau des guerres de siège de l'avenir, c'est que bien peu de traités que vous pourriez lire vous présenteront jusqu'ici cet aspect de la question.

C'est à ce point de vue cependant qu'il est absolument indispensable de se placer pour saisir l'esprit de notre système permanent de défense qu'il nous reste maintenant à examiner.

---

# 13e Leçon.

Nous avons examiné jusqu'ici les principes qui président à l'établissement de la fortification permanente et nous avons vu les principales dispositions que ces principes ont conduit à adopter successivement depuis deux siècles, sous l'influence du progrès incessant des armes et particulièrement de l'Artillerie. Bien que quelques-unes de ces dispositions soient aujourd'hui surannées, il était bon néanmoins de les indiquer parce qu'il s'en rencontre de nombreux spécimens dans presque toutes nos places, et que, telles qu'elles, elles sont cependant utilisables dans une certaine mesure.

Toutes ces notions sont peut-être bien générales et par suite un peu superficielles. Ce n'était pas dans les quelques heures consacrées à ces leçons qu'il était possible de détailler devant vous un historique complet de la fortification et de caractériser avec quelque certitude la phase actuelle de son développement. Nous ne pouvions que vous donner certains points de repère autour desquels vous grouperez les notions que vous acquerrez soit dans vos stages régimentaires ou pendant les appels à des exercices annuels auxquels vous aurez à répondre, soit dans vos études personnelles que le sentiment de votre responsabilité comme officiers vous engagera certainement à poursuivre.

Nous avons à gravir maintenant un nouvel échelon dans ces notions et à examiner le rôle que la fortification est appelée à jouer dans la défense du pays.

Ici l'horizon s'élargit dans de considérables proportions : il ne s'agit plus de rechercher par quelles dispositions nous parviendrions à empêcher l'ennemi de triompher de notre résistance sur un point déterminé et choisi

arbitrairement. La fortification peut-elle être de quelqu'utilité dans l'organisation de la défense générale ? Si elle doit être appelée à contribuer à cette défense comment doit-on l'employer ? Telles sont les questions qui se posent d'elles mêmes, et on voit immédiatement qu'il est impossible d'y faire une réponse satisfaisante sans examiner en même temps l'ensemble des ressources défensives dont on dispose et le rôle de la fortification dans cet ensemble.

L'élément principal de la défense d'un pays, c'est son armée. Celui-là est essentiel, il s'est même quelquefois trouvé seul suffisant. Si la constitution militaire du pays, le degré de perfection de son armée et son importance numérique lui assuraient une supériorité marquée sur tous ses voisins. Telle était la situation de Sparte dans la Grèce ancienne; telle fut longtemps aussi celle de la Prusse. L'un des premiers rois de cette puissance, Frédéric-Guillaume, père de Frédéric II, amassa par tous les moyens possibles à la fois une armée et un trésor militaire. Ce dernier montait à sa mort à plus d'une année du revenu de son royaume. Quant à son armée, elle était de 76,000 hommes présents sous les armes pour une population de 2.240.000 âmes. Le premier soin du Grand Frédéric, en succédant à son père en 1740, fut encore d'accroître cette armée que son organisation et sa cohésion rendaient supérieure à la plupart des armées de l'Europe. Le génie astucieux du Monarque sut d'ailleurs toujours à propos et sans le moindre scrupule, empêcher les coalitions de se former contre lui d'une manière durable. C'est dans la force de cette armée toujours prête à la guerre, qu'il plaça d'abord l'unique garantie de son petit royaume; mais dès qu'il arrondit ses États, il se garda bien de démolir les places fortes qui lui tombèrent entre les mains, et il en fit le gage de la possession de ses conquêtes. Bien plus, il en construisit même de nouvelles.

Une organisation militaire aussi tendue que celle de la Prusse à cette époque, n'est pas toujours possible; le bénéfice qu'on doit en tirer pour la sécurité et l'indépendance du pays, peut même disparaître du jour au lendemain, pour peu que les nations voisines adoptent des organisations militaires semblables, et c'est la situation de l'Europe aujourd'hui, où chez tous les grands États le développement des forces militaires semble avoir atteint son maximum. Toute la partie valide de la population peut à jour fixe venir s'encadrer dans les formations du temps de paix; chaque pays ne peut donc fournir davantage, et si malgré ses efforts, l'armée nationale n'a pas la

certitude d'être toujours plus nombreuse que ses ennemis possibles, mieux organisée, mieux armée et plus courageuse, force lui sera de songer aux procédés artificiels pour compenser cette infériorité, prolonger au moins sa résistance avant de se déclarer vaincue, et en tous cas épuiser assez son adversaire pour qu'au rétablissement de la paix, vainqueurs et vaincus se retrouvent, comme cela arrive souvent, dans une situation relative peu différente de celle d'avant la guerre.

Ces procédés, c'est la fortification qui les donne à condition que cette fortification, non-seulement dans son organisation de détail, mais aussi dans son ensemble, dans la manière dont elle est répartie sur le territoire, soit en harmonie avec le genre de guerre que le développement des institutions militaires conduira inévitablement à employer, aussi bien dans l'attaque que dans la défense.

Les principales lignes de ce rôle de la fortification pour la défense des Etats ont été indiquées par Vauban avec une netteté et une autorité qui ne sauraient être surpassées.

« Si les sièges, dit-il en tête de son Traité sur l'attaque des
« places, si les sièges et la prise des places ennemies nous rendent maîtres
« de leur pays, la fortification nous en assure la possession et peut garantir
« nos frontières des suites fâcheuses de la perte d'une bataille qui, sans ces
« précautions, pourrait donner lieu à l'ennemi d'étendre bien loin les fruits de
« sa victoire.....

« Tout le monde sait assez le temps qu'il y a qu'on y fait la guerre
« (dans les pays où sont de nombreuses places). La raison est que les
« places fortes arrêtent la poursuite des armées victorieuses, servent d'asile très
« sûr à celles des ennemis qui ont été battues, et donnent moyen de tirer la
« guerre en longueur, pendant quoi il arrive des conjonctures bizarres, des change-
« ments d'intérêt dans les Etats voisins, naturellement ennemis des prospérités l'un
« de l'autre, qui font que vos amis devenant vos envieux cessent de vous assister,
« ou ne le font pas de bonne foi, ou changent ouvertement de parti ; ce qui
« est arrivé si fréquemment dans ces derniers temps que l'on a souvent vu les
« progrès des conquérants arrêtés par de telles et semblables conduites et eux
« contraints de passer de l'offensive à la défensive dans le temps que le bonheur
« de leurs armes semblait leur promettre le plus d'avantages... Qui vou-
« drait pousser cette digression plus loin, et repasser sur ce qui est arrivé

« dans le monde connu depuis que les hommes ont commencé à rédiger par
« écrit les démêlés qu'ils ont eu entre eux, trouverait qu'il a moins fallu de
« temps et d'efforts pour se rendre maître de l'Asie et de beaucoup d'autres
« pays d'une étendue immense, qu'il n'en a fallu pour conquérir une partie des
« Pays-Bas qui ne contiennent pas, la centième partie près, l'étendue de ceux-
« là. La raison en est évidente; c'est qu'une bataille perdue dans ces pays-ci
« n'a pour l'ordinaire que peu de suite. La poursuite d'une armée battue ne
« s'étend pas à plus de deux, trois ou quatre lieues au plus, parceque les places
« voisines des ennemis arrêtent les victorieux, donnent retraite aux vaincus, les
« empêchent d'être totalement ruinés et font qu'à l'abri de leur protection, ils
« se raccommodent en peu de temps; au lieu que dans ces vastes pays où il
« n'y a point ou peu de places fortes, l'armée du vainqueur pousse l'armée vain-
« cue jusqu'à son entière dissipation, qui est ordinairement suivie d'un saccage-
« ment du pays qui le force à recevoir la loi du vainqueur.»

Cette citation renferme, nous allons le constater, les principes qui doivent présider à l'emploi de la fortification dans la défense générale; mais pour les mieux faire comprendre, examinons comment les choses se passeraient dans le cas où une guerre s'allumerait entre la France et une des grandes nations voisines dont le territoire confine au nôtre, l'Allemagne par exemple.

Les armées des deux pays sont aujourd'hui dans une situation à peu près équivalente comme organisation générale, comme effectif du pied de paix: nous ne nous occuperons que de ce qui se passerait d'abord chez nous; des opérations analogues s'effectueraient du côté de l'ennemi.

Vous savez que l'organisation du recrutement met 5 classes en tous temps à la disposition du Ministre de la Guerre; mais en même temps la Loi, dite des cadres, du 13 Mars 1875, a fixé l'effectif des troupes soldées au budget; cet effectif est inférieur à celui que donnent les hommes fournis par les 5 classes; il en résulte qu'on est obligé de renvoyer une partie de cet effectif avant qu'il ait terminé ses cinq années. En réalité, il n'y a, en temps de paix, présents sous les drapeaux que les hommes de quatre classes au plus, et l'effectif ne représente guère en moyenne comme hommes de troupes que le 1/3 de l'effectif de guerre.

La première chose à faire, dès que la guerre menace, est donc de compléter les effectifs, d'abord avec les hommes des classes à la disposition du Ministre, qui ne sont pas sous les drapeaux, en second lieu avec les 4 classes qui appartiennent encore à l'armée active et qui constituent sa réserve, d'après la loi du recrutement. D'après cette loi, en effet, l'armée active comprend 9 classes. Cette opération de l'appel des réserves, de leur encadrement, de leur habillement, leur armement forme ce qu'on appelle la mobilisation.

Une fois les Corps mobilisés sur le lieu de leur garnison, c'est-à-dire dès que leur effectif est complété au pied de guerre en hommes habillés et armés, il faut de plus grouper les régiments ou les Corps ainsi formés, pour en constituer des unités d'ordre plus élevé, des Brigades, des Divisions, des Corps d'armée, des armées. Il faut en même temps les transporter dans le voisinage des points où ces Armées doivent commencer leurs opérations, et nous avons là une nouvelle phase des plus importantes, la concentration.

Ces deux périodes, mobilisation et concentration, sont un moment critique pendant lequel on serait à la merci de son ennemi, s'il avait une avance dans ces opérations, si son armée était concentrée sur notre frontière, prête à marcher avant que nous fussions réunis et pendant que nos Corps seraient échelonnés dans toutes les directions et en marche vers la frontière. Aussi chez toutes les puissances, c'est une lutte de vitesse pour ces opérations; c'est à qui cherchera à réduire le temps qu'elles exigent, et un seul jour gagné peut entraîner les plus grandes conséquences.

Autrefois, en l'absence des chemins de fer, des mois entiers se passaient en pourparlers diplomatiques, bien moins dans l'intention d'en arriver à un arrangement pacifique, que pour gagner du temps. Pendant cette période les Corps se complétaient et se mettaient en mouvement pour se rapprocher de l'ennemi, et grâce à ces lenteurs calculées, chaque puissance cherchait à s'organiser de son mieux avant de déclarer la guerre et de commencer les hostilités. Aujourd'hui la guerre peut avoir un caractère foudroyant, il faut donc être constamment renseigné, pendant la période, quelquefois très courte des récriminations réciproques, sur les dispositions que prend l'ennemi pour entrer en campagne et se tenir prêt à le suivre immédiatement dans cette voie ou même à le devancer.

La paix, pour une armée, n'étant que la préparation à la guerre, il est assez difficile le plus souvent de saisir les symptômes bien nets d'une recrudescence d'efforts et d'une intention d'hostilité. Mais avec nos organisations d'aujourd'hui, en Allemagne et en France, il y a un fait considérable qui doit être, sur l'heure même, suivi d'une mesure équivalente chez l'autre puissance, sous peine de s'exposer à une situation défavorable par rapport à l'adversaire, et nous allons voir que le moindre retard serait bien plus défavorable à nous qu'à l'Allemagne. Ce fait, c'est l'appel des réserves, ou la mobilisation.

L'ordre de mobilisation est donné aussi instantanément que possible sur tout le territoire. A partir de ce moment les opérations de la mobilisation se poursuivent suivant l'échelonnement minutieusement arrêté pendant la paix, et il devient impossible de les accélérer. Mais deux nations, bien que pourvues d'organisations à peu près semblables, et de plans de mobilisation conçus dans le même esprit, peuvent se trouver dans des situations complètement différentes, tant pour la mobilisation que pour la concentration, et ces différences tiennent à la manière dont sont réparties les voies ferrées sur les deux territoires.

Pour la mobilisation, les réservistes rejoindront leurs Corps d'autant plus vite et plus facilement que les chemins de fer seront plus multipliés, de manière à faire converger sur ces dépôts dans un court espace de temps les habitants de la circonscription de mobilisation. Aujourd'hui pour l'Infanterie, les 144 dépôts des régiments d'Infanterie sont répartis sur toute la surface du territoire, et les réservistes sont immatriculés dans le dépôt le plus voisin de leur résidence. Mais les choses ayant été calculées de manière que les circonscriptions de ces dépôts aient à peu près le même effectif, il en résulte qu'elles sont d'autant plus étendues que le pays est plus pauvre, qu'il y a par conséquent moins de chemins de fer et c'est en ces points aussi que l'arrivée des hommes au Corps sera la plus longue.

Les grands travaux de chemin de fer qui vont doter ces régions de moyens de communication rapide qu'ils ne possèdent pas encore, seront donc une amélioration importante d'une situation qui, telle qu'elle, est cependant un peu supérieure à celle de l'Allemagne. Mais ce bénéfice est de peu d'importance.

Où le tracé des chemins de fer a une importance capitale au contraire, c'est pour les transports de concentration, c'est-à-dire pour la réunion des armées sur les points où elles commenceront leurs marches de manœuvre au devant des armées ennemies. Si en effet l'une des deux puissances dispose d'un certain nombre de voies de plus que l'autre, elle sera prête avant celle-ci ; elle pourra donc, et c'est là le point que nous devons retenir, envahir le territoire de son adversaire et porter la guerre chez lui, puisque celui-ci ne sera pas encore réuni en force suffisante pour l'en empêcher.

Il ne suffit pas, pour une concentration rapide, que le réseau ferré soit très dense dans le voisinage du point de débarquement, il faut de plus qu'en ce point aboutissent le plus possible de lignes différentes sans embranchement l'une sur l'autre, et se prolongeant à l'intérieur jusqu'aux extrémités du pays où se trouvent les troupes qu'il s'agit de transporter. Il y a en outre une différence de rapidité du simple au double suivant que ces lignes qui doivent être distinctes, seront à une ou deux voies.

Ainsi par exemple pour le transport d'un Corps d'armée au complet, troupes, matériel, animaux et approvisionnements, il faut environ 80 trains de 50 voitures. Sur une ligne à double voie, les trains peuvent se succéder en moyenne à une demi-heure d'intervalle. Il faudra donc deux jours pour faire écouler ces 80 trains sur un point quelconque où tous doivent passer. Cette partie de la ligne sera donc occupée par le même Corps d'armée pendant 2 jours, et les autres Corps qui devraient utiliser la même voie auront donc à attendre ce laps de temps pour pouvoir passer à leur tour. De telle sorte que si pour se concentrer, les 5 Corps d'armée qui peuvent au plus composer une même armée sous un seul Chef devaient utiliser une seule ligne à double voie, comme serait par exemple sa concentration à Mézières, il faudrait 10 jours au moins, parce que tous seraient obligés de venir prendre la même ligne à double voie Reims - Rethel - Mézières.

Si l'on devait faire la même concentration avec une ligne à simple voie, il ne faudrait pas moins de 20 jours. Il y a à noter ici que dans ce temps à raison de 20$^{K}$ par jour, une troupe à pied ferait environ 400$^{cK}$. Donc les Corps qui se trouveraient dans un rayon de

80 à 100 lieues auraient avantage au point de vue de la rapidité à marcher à pied. Il existe donc, lorsqu'il s'agit de transport de grandes unités, une limite inférieure de distance au-dessous de laquelle il y a avantage à marcher par étapes, et c'est une considération dont il convient de tenir un grand compte dans les projets de mouvements de troupes par les chemins de fer.

Or, à cet égard, la France est dans une situation notablement inférieure à l'Allemagne et les grands travaux qu'on est à la veille d'entreprendre dans l'extension de notre réseau, n'arriveront encore qu'avec peine à rétablir l'équilibre. Ces travaux auront cependant deux avantages; d'abord de permettre de déterminer un plus grand nombre de voies différentes se prolongeant à l'intérieur et aboutissant dans la direction de la frontière de l'Est; en second lieu d'augmenter le nombre des véhicules et des moyens de traction disponibles et par conséquent de mettre à la fois en mouvement sur tout le territoire un plus grand effectif de troupes.

Dans la situation actuelle, il suffit de regarder la carte de nos chemins pour en conclure que les débarquements de nos troupes se feront forcément d'après ce que nous venons de dire sur la ligne de Châlons-Vitry-Chaumont-Langres-Vesoul parce que c'est sur cette ligne qu'aboutissent le plus de voies ferrées différentes venant de l'intérieur. Cette ligne a environ 200 Kil, et est rectiligne; les Allemands débarqueront au contraire sur une ligne convexe de Thionville-Metz-Sarrebourg-Saverne-Colmar, à une distance moyenne de 20 Kil. seulement de notre frontière dont nous serons éloignés de plus de 100 Kil. Pour se concentrer, la première marche les porte chez nous, au centre de notre ligne, et il nous faut au contraire 5 ou 6 marches, des ailes vers le centre, pour nous réunir en face d'eux.

Il n'était donc pas douteux au lendemain de la guerre que l'ennemi qui ne trouvait en face de lui que des places mal organisées comme Toul et Verdun, incapables d'opposer un retard quelconque à la marche d'une grande invasion, ne réussît du premier coup à porter la guerre sur notre territoire.

Ce danger était impossible à conjurer sans avoir recours aux procédés défensifs que nous avons à examiner. Quel autre moyen employer en effet? Adopter pour notre pays la tactique de Frédéric au début

de son règne, renforcer notre armée, perfectionner sa mobilisation, s'engager de parti pris une tactique d'offensive, et le jour où nous nous serions crus préparés, surprendre notre adversaire, lui déclarer la guerre, l'envahir avant qu'il n'ait pu prendre ses mesures? Mais qui ne voit tout ce que cette tactique aurait exigé de conditions pour réussir, en face d'une nation soupçonneuse, qui suit d'aussi près les moindres mouvements de notre organisme militaire, calqué d'ailleurs presque servilement sur le sien? Il y a une chose qu'on ne peut cacher, c'est la mobilisation. En supposant que nous ayons l'avance d'un jour ou deux, l'Allemagne nous imitera dans cette voie, elle mobilisera comme nous, et nous ne ferons jamais que le tracé de la frontière et les chemins de fer qui y aboutissent ne nous placent dans une situation défavorable.

Dira-t-on qu'il nous suffit d'avoir un bon plan de campagne, qu'il n'y a qu'à laisser entrer l'ennemi puisqu'on ne peut l'empêcher et que si le plan est bon, nous forcerons bien rapidement l'invasion à délivrer notre sol? Cette idée, toute singulière qu'elle est, était cependant une de celles qui se faisaient jour le plus souvent au lendemain de la guerre. Les journaux, les brochures, l'opinion générale, les militaires eux-mêmes répétaient à l'envi que si nous avions été battus, c'est que nous n'avions pas de plan de campagne.

Aujourd'hui où tout le monde a repris son sang-froid, une telle appréciation serait à peine discutable; je ne la cite que parce que M. de Moltke lui-même a cru devoir s'en occuper et en a pris texte pour nous railler.

On trouve en effet au début de la guerre Franco-Allemande de 1870-71, rédigé sous les auspices du Maréchal de Moltke, le passage suivant :

« Au nombre des attributions de l'Etat-major en temps de
« paix se trouve la mission d'étudier, dans ses plus minutieux détails, le
« groupement des grandes masses de troupes ainsi que leur transport dans
« l'éventualité d'une guerre quelconque et de tenir prêts à l'avance les projets
« d'exécution nécessaires.

« Lors des mouvements de début d'une armée, les considérations
« militaires viennent se doubler des considérations politiques et géographi-
« ques les plus multiples. C'est à peine si, dans tout le cours de la

« campagne, il est possible de réparer les fautes commises au moment de la concentra-
« tion primitive. Mais toutes les dispositions à prendre peuvent être discutées de longue
« main, et étant donné d'ailleurs que les troupes sont prêtes à entrer en campagne et que
« le service des transports est organisé, elles doivent conduire au résultat cherché.

« Il en est tout autrement pour la tâche ultérieure de la stratégie, pour
« l'emploi des moyens d'action ainsi préparés, c'est-à-dire pour les opérations.

« Là, nos propres dispositions se heurtent bientôt aux dispositions librement
« arrêtées d'autre part par l'ennemi. On peut, il est vrai, modifier ces dernières si,
« en temps utile, on est prêt et résolu à prendre l'initiative ; mais le combat
« n'en reste pas moins le seul moyen de les détruire.

« Or les conséquences matérielles et morales de toute affaire sé-
« rieuse ont une action si considérable qu'elles amènent d'ordinaire un
« renversement complet de la situation, et par suite une base nouvelle pour
« de nouvelles combinaisons. Il n'est pas possible d'arrêter avec quelque
« certitude un plan d'opérations au delà de la première rencontre avec le
« gros des forces de l'adversaire. Un homme étranger à toute notion d'art
« militaire croit seul voir, dans le développement d'une campagne, l'exécu-
« tion d'un plan arrêté dès le principe dans tous ses détails et fidèlement
« suivi jusqu'à la fin. »

L'armée Allemande avait-elle un plan ? Oui, s'il s'agit de préparation, d'organisations possibles à préparer dès le temps de paix, de dispositions à prendre jusqu'au jour où cette armée étant réunie, elle ouvrira les opérations. Une fois en ce point, le but que lui assignait le Général de Moltke était bien simple : Rechercher la principale armée ennemie et l'attaquer où on la trouvera.

Les Allemands, on le voit, n'ont pas hésité à nous livrer le secret de leur stratégie et nous pouvons être assurés qu'ils se conformeront la prochaine fois au précepte qu'il renferme, car ils ont la supériorité morale que leur ont donnée leurs triomphes.

Etait-il prudent de notre part de nous prêter de prime-abord à cette tactique ? Etait-il raisonnable de livrer notre existence nationale aux hasards d'une première grande bataille livrée au lendemain de notre débarquement du chemin de fer ? Ne devions nous pas chercher à faire durer le plus longtemps possible la lutte à la frontière pour nous reconnaître,

donner un peu de cohésion à notre armée, et n'affronter les rencontres décisives que lorsque toute notre organisme aurait été assoupli par un jeu de quelque durée ?

Il n'y a pas à dissimuler en effet que l'armée nationale, que nous possédons aujourd'hui, présentera à sa mobilisation l'ensemble à la fois des qualités et des défauts de la nation tout entière. Elle sera brave, enthousiaste au début, mais elle manquera de consistance, de persévérance après un échec et elle sera disposée à la méfiance de ses chefs, qu'elle n'aura pas eu le temps de connaître. Ce ne sera pas une armée, ce sera la levée en masse organisée, encadrée il est vrai, mais il ne faut pas oublier que les 2/3 de ses combattants auront été brusquement arrachés à la vie ordinaire et qu'ils ont besoin de quelque délai pour se refaire au métier militaire, pour prendre cohésion, pour former une armée enfin. Cette transformation se fait vite en France; on a vu à Champigny, le 30 Novembre 1870, des mobiles arrivés à Paris en blouse, avec des cadres aussi ignorants qu'eux des choses de la guerre, et pourtant marchant au feu avec la vigueur de vieilles troupes. Notre armée vaudra mieux parce qu'elle aura des cadres, mais cependant il faut s'attendre encore à la voir nerveuse et impressionnable.

Si les choses ne se passent pas avec ordre et méthode dès les premiers jours, si la mobilisation est troublée par de trop faciles incursions de l'ennemi, si les premières rencontres ont lieu sans points d'appui, sans les avantages du terrain, et que l'issue n'en soit pas favorable, il est présumable que l'abattement suivrait de près. De là à l'indiscipline, à la désorganisation, à ces cris de trahison si vite poussés chez nous, il n'y a qu'un pas, et dès que ce pas sera franchi, il faudrait pour revenir en arrière un concours de circonstances difficiles à réaliser dans le trouble moral de toute la nation; il faudrait par dessus tout un élément encore qu'un ennemi aussi actif que le nôtre, ne nous abandonnera jamais : le temps !

Qu'on songe en effet que Paris est à 15 jours de marche de la frontière, qu'une grande bataille pourrait se livrer sur notre sol à 3 ou 4 jours de marche à l'intérieur, si l'ennemi peut entrer sans obstacle, et cela 19 jours après la mobilisation. Car la mobilisation Allemande en 1870 est du 16 juillet et la première rencontre sérieuse à Wissembourg du 4 Août, et de nouvelles voies ferrées leur permettent

de marcher plus vite encore. — Ainsi moins d'un mois après la déclaration de guerre, si la première rencontre nous était défavorable et que l'ennemi ne fût pas retardé par certains obstacles artificiels, Paris pourrait revoir encore les Uhlans sous ses murs.

Ces graves considérations sont celles qui ont engagé à employer la fortification permanente pour la défense de notre pays. On a cherché d'abord à retarder le plus possible l'entrée de l'ennemi sur notre territoire pour permettre à notre mobilisation de s'effectuer avec quelque sécurité : c'était donc renoncer en même temps à cette idée d'offensive quand même qui avait cependant encore des partisans. Quelques symptômes significatifs ne permettaient pas d'ailleurs de regarder cette disposition d'offensive comme praticable. Nous sommes avant tout un peuple battu, éprouvé par des désastres qu'il ne s'agit pas de renouveler, car ce serait cette fois le partage de la France, comme eut lieu, il y a un siècle, celui de la Pologne. Nous avons en même temps vis à vis de toute l'Europe à nous faire pardonner cet esprit d'entreprise qui a été si longtemps une cause de trouble permanente, tantôt par nos conquêtes, comme sous la République et le premier Empire, tantôt par notre propagande révolutionnaire comme en 1792 ou en 1848, tantôt par nos principes de droit international, comme le principe des nationalités si imprudemment soutenu pendant le 2e Empire. Adopter une organisation d'offensive eut été indisposer contre nous toute l'Europe, la préparer à reprendre les coalitions de 1792 et 1813, et cela en face d'une Allemagne et d'une Italie unifiées, en face d'organisations militaires incomparablement plus fortes qu'autrefois et que tous nos efforts seraient impuissants à égaler à la fois. Cette seule considération eût suffi déjà à nous engager dans la voie que nous avons adoptée ; mais il en est une autre encore qui ne permettait pas d'hésiter.

Les Allemands occupent l'Alsace et la Lorraine avec des forces qui sont presque sur le pied de mobilisation : ils ont dans ces provinces, à quelques heures de notre frontière, des forces toutes prêtes, de la valeur d'un Corps d'armée environ, soutenues par une nombreuse Cavalerie, et ils se sont toujours opposés à la moindre augmentation de nos forces dans le 6e Corps, celui qui borde la frontière de Longwy à

Belfort. Il y a peu de temps encore, prenant texte de ce que sur le territoire de ce corps stationnent quelques régiments qui ne lui appartiennent pas, ils ont parlé de mesures de compensation consistant à augmenter encore le nombre des troupes dont ils disposent, et on pouvait se demander si c'était là le prélude de ces querelles qu'ils sont portés à chercher si facilement à ceux qui leur déplaisent. La situation n'est donc pas la même de part et d'autre, et si ce Corps Allemand tout formé prenait fantaisie un beau jour de pénétrer chez nous, qu'il n'ait aucun obstacle pour l'arrêter, il pourrait occuper les lignes de chemin de fer, réparer nos destructions et faire débarquer au loin sur notre sol les Corps mobilisés en Allemagne, troubler notre propre mobilisation sur une étendue considérable de territoire, empêcher même une partie de nos concentrations, et jeter l'indécision et la perturbation dans tout le pays.

Vous voyez à quel ordre de considérations multiples on a obéi en s'arrêtant à l'organisation défensive en cours d'achèvement aujourd'hui. Notre situation politique extérieure nous interdit l'offensive de parti pris. Nous ne ferons pas naître, pour le moment, une guerre avec l'Allemagne, parce que nous indisposerions toute l'Europe contre nous, nous accepterons celle qu'on nous offrira, mais quelque rapidité que nous mettions dans nos préparatifs, nous ne serons pas les premiers en mesure de combattre puisque les Allemands ont devant nous des forces toutes mobilisées. Il nous a fallu par conséquent songer à protéger notre mobilisation, c'est-à dire l'appel des hommes sous les drapeaux, puis notre concentration, c'est-à dire la réunion des Corps mobilisés pour en former les armées, enfin permettre si on le jugeait utile de traîner quelque temps la guerre en longueur afin de donner à notre armée la cohésion et le sentiment de sa force, avant de risquer les premiers engagements importants.

Telles sont les principales raisons qui ont décidé l'emploi de moyens défensifs à la frontière. Il nous reste à voir comment on les a disposés.

Depuis longtemps on discute sur la manière de fortifier une frontière. Les Ingénieurs du XVIII^e, en examinant sur la carte l'emplacement des forteresses sur la frontière où Vauban avait le plus travaillé celle des Flandres, avaient cru pouvoir en déduire la règle que suivait

le grand Ingénieur. Ils avaient donc érigé en principe que pour défendre une frontière, il faut trois lignes de places fortes situées en quinconce et éloignées entre elles d'une marche ou deux. Mais Vauban n'a pas formulé cette règle qu'on lui attribue parfois et qui ne tient compte ni de la topographie du sol, ni des mouvements possibles des armées. Sous cette forme abstraite, ce principe n'est donc pas rationnel, mais il constate cependant une vérité qui s'est affirmée plus tard sous une forme irrésistible, lorsque le développement des masses en mouvement dans une invasion s'est accru dans les proportions que nous voyons aujourd'hui. Cette vérité c'est celle-ci : une place forte isolée n'a pas d'influence stratégique ; elle ne saurait modifier notablement la marche des armées ennemies, qui se contenteront de l'observer et de la bloquer et continueront leur route, sans autre inconvénient que l'affaiblissement pour elles du détachement indispensable destiné à contenir la garnison de cette place. Les places fortes n'ont d'utilité stratégique qu'à la condition d'être groupées, et c'est ce point qui était senti confusément au 18e siècle, mais que l'invasion de 1814 mit définitivement en évidence.

Quelques auteurs effrayés du développement de fortification auxquels cette vérité admise aujourd'hui conduit pour la défense des Etats, ont cherché au contraire à établir la possibilité de baser la défense d'une frontière sur une grande place située à quelque distance en arrière. Mais les faits de la dernière guerre viennent démentir leurs assertions de la manière la plus formelle. Quelle était la situation de la frontière au moment de l'invasion ? En Alsace, nous avions une grande place, Strasbourg, en Lorraine, une autre grande place, Metz. Mais nos adversaires furent assez nombreux pour faire le siège de Strasbourg, pour bloquer Metz où cependant une armée tout entière et notre meilleure, était enfermée. Il leur restait cependant encore des forces suffisantes pour courir sur la dernière de nos armées qui devait succomber à Sedan.

L'exemple de Metz est capital sous ce rapport, car cette ville forte était dans des conditions exceptionnelles et jamais, il faut l'espérer, on ne songera à conduire une armée dans ce qu'on appelle si improprement un camp retranché. Si cette place a été impuissante à retarder l'invasion malgré son énorme garnison, on peut en conclure qu'il vaut mieux ne pas faire de fortification que de se fier à une seule place

pour défendre le pays à la frontière.

On est donc conduit à grouper les moyens défensifs sur des espaces assez grands pour entraver l'invasion sur une certaine étendue et la forcer à se détourner vers des points connus où il soit facile de la combattre et de l'arrêter.

Aussi la pensée première de notre réorganisation défensive a-t-elle été indiquée ainsi en substance dans le mémoire du Général de Rivières qui a servi de point de départ à la constitution de nos défenses : « Chercher le plus en avant possible au travers des routes d'inva-« sion, les régions déjà difficiles par leurs accidents naturels, les ren-« forcer par l'art pour les rendre impénétrables, de manière à ne laisser « entre elles, dans les parties de pays trop faciles pour être aisément « barrées, que des intervalles peu nombreux, nettement délimités par où « l'invasion fût forcée d'abord à se déverser. »

On constitue donc ainsi des groupes de positions étendues, de véritables provinces fortifiées.

Après tout, cette conception du rôle de la fortification considérée dans son ensemble n'est-elle pas le dernier terme obligé de son histoire, si l'on considère les transformations qu'elle a subies à mesure que les armées de l'attaque ou de la défense se transformaient elles-mêmes ?

Que voyons-nous en effet dans les premiers temps de la féodalité ? Les armées ne sont que de quelques milliers d'hommes, qui ne servent que pour peu de temps, font un effort vigoureux et se débandent. C'est l'époque de l'individualisme dans la fortification : elle n'a pour but que de protéger le possesseur du fief, de le mettre à l'abri de ses voisins. Sans liaison les uns avec les autres, les châteaux forts s'élèvent en grand nombre et on en peut compter plus de 50,000 dans l'Europe féodale.

Peu à peu les Communes s'affranchissent ; les centres populeux grandissent et prospèrent. Mais en même temps les armées se développent et se renforcent. Aussitôt des remparts plus solides s'organisent autour des cités ; la fortification s'étend et s'augmente.

Vienne l'invention de la poudre, la création des armées permanentes, l'affermissement du sentiment national, en même temps

commence avec Vauban la pensée d'une solidarité commune de toutes les parties du pays dans la défense ; la fortification prend un caractère plus général ; on songe déjà à lui demander la protection de toute une province. Mais les voies de communications sont rares, les armées encore peu nombreuses ; une place arrête une armée : le siège de cette place est le but d'une campagne.

Les grandes guerres de la Révolution, l'invasion de 1814 qui mettent en mouvement des effectifs inconnus jusqu'alors, font déjà pressentir la nécessité d'un développement nouveau. Les places s'agrandissent encore. On construit en 1832 Lyon et ses forts détachés ; on crée la place forte de Paris, si remarquable au moment où on l'entreprend.

Cela ne suffit même plus aujourd'hui : les armées se sont développées jusqu'à mettre en mouvement des peuples entiers : la place forte tend à s'agrandir encore ; les forts détachés s'éloignent et se multiplient, et à la dernière phase du développement militaire, celui de la nation armée, correspondent les régions fortifiées, les groupes de places fortes ou de forts.

---

# 14<sup>e</sup> Leçon.

Nous avons indiqué un aperçu des conditions multipliées d'ordre politique ou militaire, et à la fois matérielles et morales, qui nous font un devoir de nous défendre à la frontière même et nous engagent à retarder le plus possible l'entrée de l'ennemi sur notre territoire. Il importe en effet au plus haut point au succès des opérations de toute la campagne, qui peut s'ouvrir à l'improviste, que la formation de nos armées, leur mobilisation et leur concentration, soient à l'abri des premières incursions de l'adversaire.

Pour apprécier en connaissance de cause la valeur des moyens défensifs qu'on a organisés dans ce but, il est indispensable de jeter un coup d'œil d'ensemble sur la constitution topographique de ces frontières et sur les divers modes d'attaque qu'elles peuvent avoir à craindre.

La frontière de la France peut au point de vue militaire se diviser en un certain nombre de parties que des accidents géographiques importants séparent en théâtres d'opérations différents et assez nettement définis. Si nous considérons d'abord la partie de cette frontière dont les eaux coulent vers la mer du Nord, c'est-à-dire les bassins de la Meuse ou du Rhin avec leurs affluents, nous voyons immédiatement que les opérations des armées dans ces deux bassins vont être nettement séparées sur le territoire Allemand par une contrée montagneuse, peu peuplée, sans ressources pour une armée, sans routes ni chemins de fer. C'est le massif de l'Eifel qui borde la rive gauche de la Moselle et du Rhin de Luxembourg à Bonn et à Coblentz.

A l'ouest de ce massif et jusqu'à la Meuse, se trouve une plaine basse et sablonneuse, couverte de landes et de bruyères, sol peu fertile où la population est clair semée et où par suite les moyens de communication sont peu nombreux. Toute cette contrée n'est donc pas favorable à la marche de grandes masses de troupe, de telle sorte qu'une armée d'invasion se détournera soit jusqu'au cours même de la Moselle d'un côté, soit jusqu'au cours même de la Meuse.

Ce n'est pas à dire naturellement que ces régions soient absolument impraticables, mais nous ne considérons pas ici les mouvements que peuvent faire des Corps peu nombreux, capables à certains moments de produire quelque diversion utile peut être, mais en somme secondaire. — Nous n'envisageons que les grands mouvements d'invasion, et il est facile de comprendre que ceux-là forcément ne se produiront que par les régions où un certain nombre de voies parallèles leur permettront de déboucher sur un certain front susceptible de parer à toutes les éventualités.

Nous avons déjà dit, en effet, que le nombre le plus grand d'hommes qui puissent être concentrés à la fois sous un seul commandement et former ce qu'on appelle une armée, était de 150 mille hommes environ, qui occuperaient un jour de combat 16 ou 18 Kilomètres. Dépasser ce front serait mettre le chef de l'armée dans l'impossibilité de faire à temps parvenir ses ordres aux extremités de son front ou d'en recevoir des nouvelles. Conserver ce front, en augmentant l'effectif, serait dépasser la densité utile de la ligne et se mettre dans l'impossibilité d'engager utilement toutes ses forces : Aujourd'hui 7 hommes par mètre courant de

Forti. 25

ligne de combat, 10 au plus suffisent parfaitement.

Ainsi une armée dépassera rarement 5 Corps d'armée de 30,000 hommes environ, et si l'on devait opérer avec plus de forces dans une même région on serait amené à former deux armées.

Considérons une armée type de 5 Corps, en marche vers la frontière ennemie pour l'envahir. Si cette armée n'avait qu'une seule route à sa disposition, elle occuperait une étendue considérable, dont il est facile de se rendre compte.

Un Corps d'armée au complet compte 35,000 hommes, 9,200 chevaux et 1,700 voitures; échelonné sur une route, il occupe dans sa formation de marche la plus concentrée 30 Kilomètres environ. Mais comme pour le campement ou le bivouac une partie des colonnes déboîte à droite ou à gauche de la route, l'étape peut n'être et n'est effectivement que de 20 à 22 Kilomètres. Il est facile d'en déduire, (en sachant en outre que la vitesse de marche est de 4$^{K}$. à l'heure), que le passage d'un Corps d'armée sur un point déterminé de la route exige environ 7 ou 8 heures. Les différents Corps sur une même route, ne marchant que de jour, la tête d'un Corps ne peut arriver au plus qu'à rejoindre la queue du Corps qui la précède à la fin de la journée, de sorte que les têtes des différents Corps suivant une même route seront toujours séparées au moins par une marche d'intervalle. Il faudrait donc 5 jours pour déployer l'armée et la former en bataille et si dans cette marche, on rencontrait l'ennemi en force suffisante, chacun des Corps pourrait être écrasé avant que les suivants arrivassent à lui porter secours.

C'est pour ce motif que les grandes invasions se porteront toujours nécessairement vers les régions où la multiplicité des voies de communications leur permettra de marcher sur plusieurs routes sensiblement parallèles, et à bonne distance, 8 à 10 Kilom. au plus, pour que la concentration sur le centre ou même sur une aile puisse se faire encore assez rapidement. Il ne suffit donc pas d'avoir des routes parallèles, il faut que ces routes soient, de plus, en facile communication.

Ainsi pour ces motifs les invasions par les bassins du Rhin ou de la Meuse seront forcément confiées à des armées différentes. Comme il n'est pas présumable que la Belgique entre dans une coalition effective contre nous avant que des succès importants de ses alliés lui aient

clairement démontré qu'elle le peut faire sans danger, l'armée qui opèrera par la vallée de la Meuse sera une armée Allemande dont la base sera la ligne du Rhin de Wesel à Dusseldorf et Cologne, et qui gagnera la Meuse aux environs de Liège. A partir de ce point, elle sera amenée naturellement à prendre la rive gauche de ce fleuve pour se rapprocher du bassin de la Sambre qui offre plus de facilités à ses mouvements que le cours même de la Meuse. L'invasion de ce côté sera donc amenée de plus en plus à prendre une direction divergente de la ligne de la Moselle et on peut prédire presqu'à coup sûr que les attaques sur nos frontières du Nord et de l'Est seront au début sans liaison avant que des engagements désavantageux pour nous n'aient permis à nos ennemis de se donner la main.

Du côté du Nord, sur le premier théâtre d'opérations qui est formé des bassins de la Meuse et de ses affluents, nous sommes en partie couverts par la neutralité de la Belgique, neutralité précaire dont nous n'avons pas à rechercher ici le plus ou moins de probabilités. Il suffit à notre sujet de constater que si une coalition Européenne se formait contre nous, on pourrait se demander où est la garantie de cette neutralité, puisque ceux qui avec nous auraient intérêt à la faire respecter, seraient précisément nos ennemis. La neutralité d'un pays est une pure fiction à laquelle dans les questions de défense générale nous ne pouvons accorder qu'une confiance limitée.

Vers l'Est, au contraire, nous sommes en contact immédiat avec la puissance qui doit aujourd'hui nous donner le plus d'appréhensions. Ce contact s'étend depuis le Duché du Luxembourg territoire neutre, jusqu'à la Suisse, autre territoire également et solennellement neutralisé.

Si nous examinons dans cette région la configuration générale du pays et les moyens d'accès de l'Allemagne, nous trouvons d'abord pour nous séparer de l'Allemagne proprement dite, la vallée du Rhin dont le cours formera toujours malgré les traités et les dispositions plus ou moins artificielles que le sort de la guerre nous imposera, la véritable séparation des pays de race latine et de race germanique, et notre frontière naturelle.

Pour arriver sur notre sol après avoir franchi le Rhin, 3 vallées sont à la disposition de l'invasion.

La première aboutit à Coblentz, c'est celle de la Moselle; mais elle est étroite et resserrée entre deux massifs montagneux de difficile parcours,

sur la rive gauche l'Eifel dont nous avons déjà parlé; sur la rive droite le massif du Hochwald, qui sépare les bassins de la Moselle et de la Nahe.

La deuxième vallée est d'un parcours beaucoup plus facile. Le cours de la Nahe borde le Hochwald, mais entre cette rivière et les Vosges qui la séparent du Rhin s'étend une plaine assez vaste, coupée seulement par les dernières ramifications des Vosges. La ligne de séparation de la Sarre et de la Nahe, vers le chevet de cette dernière rivière, est elle même peu accentuée et n'offre pas de difficultés.

Enfin la troisième vallée est celle du Rhin, que l'ennemi a toutes facilités à remonter entre le versant des Vosges très abrupt et peu étendu du côté de l'Est et le cours même du fleuve. Mais cette troisième voie ne conduit en Lorraine qu'après avoir franchi les Vosges, obstacle encore très sérieux pour une armée malgré les cols nombreux qui s'y trouvent. Cependant des armées Allemandes, maîtresses de la vallée du Rhin, peuvent en outre facilement déboucher vers le Sud dans les bassins des affluents de la Saône par les vallées du Doubs et de l'Oignon sans rencontrer d'accidents sérieux. Il leur suffit pour cela de franchir par le Sud l'espace relativement peu accidenté qui s'étend entre le coude du Doubs et les Vosges, dépression importante et étendue qui, dans les environs de Belfort, sépare les Vosges des premiers plissements du Jura.

Ces diverses lignes générales d'invasion furent partiellement utilisées par les armées Allemandes dans la campagne de 1870.

La 1re armée sous les ordres du Général Steinmetz et composée de deux Corps d'armée fut formée avec les troupes des provinces Rhénanes. Le centre de ces deux Corps sont Münster pour le 7e Corps, Coblentz pour le 8e. Ces deux Corps utilisèrent la vallée de la Moselle jusqu'aux environs de Trèves, mais elles purent franchir le Hochwald et donner la main à la 2e armée pour le premier engagement de la campagne, celui de Forbach.

La 2e armée comprenant 4 Corps, sous les ordres du Prince Frédéric-Charles, remonta la vallée de la Nahe.

La 3e armée, sous les ordres du Prince Royal et comprenant la valeur d'environ 5 Corps, fut dirigée dans la vallée du

Rhin et vint donner sur les troupes du Maréchal de Mac-Mahon à Reischoffen. Aussitôt après cette armée traversa les Vosges et entra en communication avec les deux autres armées.

Quant à la route de la trouée de Belfort, elle ne fut pas utilisée par les armées Allemandes de 1870, mais elle joua un grand rôle dans l'invasion de 1814. Ce fut par cette route qu'une partie des Autrichiens passèrent, en utilisant le pont de Bâle et en violant le territoire de la Suisse, qui ne fit que le simulacre de défendre sa neutralité. Exemple qui est à méditer aujourd'hui.

Ainsi, en contact immédiat avec l'Allemagne, notre frontière lui offre, abstraction faite des obstacles qui y sont élevés artificiellement, 3 grandes directions d'invasion qui sont les vallées de la Moselle, de la Nahe et du Rhin

Si nous poursuivons en descendant vers le Sud l'examen d'ensemble de ces frontières, nous trouvons d'abord le massif du Jura qui nous sépare de la Suisse, depuis le sommet du coude du Doubs jusqu'au lac de Genève. Les nombreux replis de cette formation géologique dessinent une série de positions naturelles parallèles à la frontière, très favorables à la défense. Ils sont couverts en avant par la neutralité de la Suisse; mais cette neutralité n'est qu'une garantie sujette à caution, et il fallait dans la réorganisation de nos défenses tenir compte d'une éventualité possible, la violation de cette neutralité par l'Allemagne et l'Italie coalisées contre nous. Dans ce cas, en effet, ces deux puissances peuvent chercher à se donner la main sur le plateau central de la Suisse entre Fribourg et Neufchatel, pour de là couper le Jura en son centre par la partie la plus facile, déboucher dans la vallée de la Saône et séparer en deux tout le territoire de la France. Une telle marche n'aurait rien que de très possible. L'Allemagne employant une partie de ses forces à couvrir la ligne du Rhin pourrait, sans risquer aucun danger, profiter des nombreux chemins de fer qui, de la Bavière, pénètrent sur le territoire Suisse. L'Italie a les passages du St Gothard et du Simplon qui lui permettent de tourner le lac de Genève par le Nord et de faire assez rapidement sa jonction avec l'armée Allemande.

Si nous marchons plus au Sud encore, nous ne confinons

jusqu'à la mer qu'avec l'Italie ; un grand massif montagneux nous en sépare, la chaîne des Alpes, et malgré les cols nombreux qui permettent de passer d'un pays dans l'autre, cette région si accidentée constitue pour nous une puissante protection d'autant plus efficace que le versant raide et abrupte est du côté de l'Italie et que les ramifications secondaires présentent de notre côté une large étendue difficile pour de grandes invasions. Une seule voie, celle du littoral de la Méditerranée offrirait quelques facilités, mais nous verrons cependant qu'elle ne crée pas un danger bien considérable.

Ce rapide examen de l'ensemble de nos frontières, suffit à faire comprendre que ce sont les régions du Nord du Jura, depuis la Suisse jusqu'à la mer du Nord, qui doivent surtout réclamer notre attention au point de vue défensif, et dans cet intervalle, il fallait naturellement se préoccuper tout d'abord de la région où, sur une terre hier encore Française, nous sommes en contact avec notre ennemi naturel, c'est-à-dire la région comprise entre le Luxembourg et la Suisse.

Pour bien saisir la nécessité des mesures qui ont été adoptées dans cette région, il est indispensable de rappeler sommairement les conditions de défense, malheureusement bien imparfaites, des provinces que nous avons perdues, en Alsace et en Lorraine.

Les Traités de 1815 nous avaient enlevé la vallée de la Sarre, dans la partie principale de son cours où cette rivière formait en notre faveur une assez bonne ligne de défense, et avec la Sarre, nous perdions aussi la place de Sarrelouis, son principal point d'appui. De Sarreguemines, la frontière suivait ensuite une ligne un peu au Nord de Bitche pour venir regagner vers la Lauter, les anciennes lignes fortifiées de Wissembourg établies au XVIII.e siècle et qui suivaient jusqu'au Rhin le cours de cette petite rivière. Le cours du Rhin nous protégeait ensuite de Lauterbourg à Huningue.

Lorsqu'à la suite des Traités de 1815, il s'agit de reconstituer nos défenses, de nombreuses études furent entreprises par des hommes d'une expérience militaire incomparable, puisque c'étaient des Généraux qui tous avaient fait les grandes guerres de l'Empire, et nous ne pouvons que déplorer aujourd'hui que leurs Conseils n'aient pas été mieux écoutés,

car quelques uns de leurs avertissements semblent prophétiques. Je n'en citerai qu'un exemple : dans un mémoire d'ensemble sur la défense de la France, un Général sorti de l'arme du Génie, le Général de Maureillan, établissait que la position de combat la plus favorable d'une armée défensive était non pas sur la Lauter où se trouvent les lignes de Wissembourg, obstacle peu considérable créé au 18e siècle que la contiguïté du territoire allemand empêchait de fortifier d'une façon convenable, mais un peu en arrière sur la Sauer, la gauche dans le voisinage de la crête des Vosges, la droite vers la forêt de Haguenau et couvrant ainsi la route de Bitche, qui établissait sa liaison avec les forces de la vallée de la Sarre. C'était la position prise par l'armée du Maréchal de Mac-Mahon, le 6 Août 1870. Mais ce que cette armée ne possédait pas ce jour-là et ce dont le Général de Maureillan réclamait la construction dès 1818, c'était une place forte ou un fort à Günstett, c'est-à-dire au point de passage de la Sauer qui permit au XIe Corps Prussien et aux Wurtembourgeois de déborder notre droite et de faire tourner la défaite en désastre.

Tous les mémoires militaires s'accordent à reconnaître que les armées défensives opérant en Alsace et en Lorraine devaient manœuvrer en s'appuyant aux Vosges et en maintenant soigneusement leur liaison par les routes transversales qui sillonnent cette chaîne de montagnes ; c'est pour ce motif qu'on avait conservé la place de Bitche, les petits forts de la Petite Pierre et de Lichtemberg qui commandent les chemins forestiers des crêtes, et la place de Phalsbourg, d'une importance bien réduite depuis que les tunnels du chemin de fer et du canal de la Marne au Rhin, ainsi que d'autres chemins en très bon état, permettent de franchir la chaîne sans avoir recours à la grande route de Saverne que commandait autrefois cette place.

On regardait en outre comme peu probable une tentative directe de passage du Rhin entre Strasbourg et Mulhouse, parce que l'ennemi dans cette région aurait rencontré des obstacles successifs dans les rivières, les canaux et enfin la partie la plus abrupte des Vosges ; les places de Strasbourg, de Schlestadt et de Neuf-Brisach paraissaient suffisantes pour ôter à l'ennemi toute tentation dans ce sens. Mais au sud de l'Alsace, la démolition d'Huningue laissait subsister la crainte d'une invasion par la trouée de Belfort, et c'est pour ce motif que Belfort avait reçu,

à partir de 1815, des agrandissements successifs.

Quant à la Lorraine, les deux places de Metz et Thionville étaient signalées dans les mémoires dont je parle, comme impuissantes à assurer la défense de la Lorraine; elles ne tenaient qu'une faible partie de la ligne de la Moselle. Cette ligne pouvait être tournée soit par le nord de Thionville, soit par le sud de Metz, et la Lorraine n'en était pas moins destinée de l'avis des Généraux de cette époque, à tomber entre les mains de l'invasion si des mesures particulières n'étaient prises pour en assurer la défense et permettre à nos armées de manœuvrer même en nombre inférieur pour la secourir.

L'auteur du projet de défense de la Lorraine, projet qui fut adopté en principe, fut le Général Haxo. Ce projet consistait à organiser défensivement la vallée de la Seille, dont le cours lent et marécageux permet de constituer facilement un obstacle sérieux au moyen de quelques barrages établis à Dieuze, à Marsal, à Vic, &a. Cette ligne se prolongeait à droite par le canal des Salines et un pays coupé d'étangs et de forêts où les obstacles sont faciles à multiplier, jusque vers Sarrebourg; à gauche, au moyen des accidents de terrain qui bordent Nancy vers le nord, cette ligne pouvait venir se raccorder avec la Moselle à Frouard, pour se prolonger ainsi jusqu'à Toul en suivant la vallée difficile de cette rivière. L'armée défensive appuyée sur cette ligne, renforcée en son centre par quelques postes lui permettant de déboucher en avant comme Marsal, en communication par sa gauche avec Toul, par sa droite avec Phalsbourg, pouvait opposer à l'invasion une résistance considérable, et la menacer sérieusement dans le cas où elle aurait cherché à franchir la Moselle soit entre Thionville et Metz soit au sud de Metz jusqu'à Frouard. Mais cette défense n'était possible qu'à la condition que le flanc droit de cette position fût bien couvert, que l'ennemi ne pût faire irruption sur les derrières de cette armée occupée sur son front. Aussi le Général Haxo demandait-il en même temps que l'organisation des lignes de la Seille, la fermeture de tous les passages des Vosges par de la fortification permanente depuis le col de Saverne jusqu'à Belfort.

Ce projet reçut seulement un commencement d'exécution. On fit quelques travaux sur la Seille, quelques améliorations à la petite place de Marsal; mais on avait toujours compté qu'on aurait le temps d'improviser des ouvrages dans les Vosges. En 1870 il n'en fut rien. Les revers

furent du premier coup si complets que l'armée Allemande du Prince Royal, poursuivant le Corps du Maréchal de Mac-Mahon, traversa sans obstacles les cols principaux, et arriva sur la Seille avant que l'on ait pu songer un instant à tendre des inondations qui eussent d'ailleurs été impuissantes à protéger une retraite aussi désordonnée.

Les conditions défensives de l'Alsace et de la Lorraine en 1870 étaient donc bien imparfaites. Mais les conditions géographiques du pays offraient cependant encore certaines propriétés qu'on avait eu le tort, il est vrai, de ne pas utiliser suffisamment, mais qui n'en restaient pas moins très appréciables. Le Traité de Francfort nous prive soigneusement de tous ces avantages défensifs.

Sur un espace de 250 Kil. en ligne droite, de Longwy à la frontière Suisse, aucun accident naturel ne vient gêner l'entrée de l'envahisseur sur notre territoire. La ligne de la Moselle dont il était autrefois possible de tirer un certain parti se retourne aujourd'hui contre nous, de Thionville à Frouard. La Seille forme ensuite la démarcation, et il devient dès lors impossible de l'utiliser et en prenant au Donon la crête des Vosges, qu'il suit ensuite exactement, le tracé de la frontière nous interdit de profiter comme moyen défensif permanent de la puissante barrière que pourrait nous donner cette chaîne de montagnes. Appuyés sur Metz et Thionville, et sur la ligne de la Moselle qui couvrent le flanc gauche de leur concentration, maîtres d'autre part du col et des tunnels de Saverne, les Allemands peuvent se concentrer avec sécurité de Metz à Sarrebourg et de là s'avancer sur le centre de la France dont toutes les routes en 1871 se trouvaient à leur merci.

Ils pouvaient aborder sans difficultés les cours de la Meuse entre Sedan et Dun, pour marcher sur Vouziers et Rethel en tournant les obstacles de l'Argonne.

Un deuxième groupe de route, évitant la place de Verdun, pouvait même les amener sur Ste Menehould à travers le centre de cette région difficile.

Mais les plus importantes de ces voies étaient celles qui franchissant la Meuse entre St. Mihiel et Commercy, les portaient à Bar-le-Duc, sur l'Ornain, en ligne directe sur Paris.

Si la place de Toul, bien que peu solide alors, les privait

de la grande route de Nancy à Bar, nombre de bonnes routes les conduisaient au sud de Toul sur Vaucouleurs et Gondrecourt, d'où ils pouvaient descendre le cours de la Marne ou gagner facilement la ligne de l'Aube, plus directe encore.

Telle était la situation, au moment où l'on s'occupa de fermer notre frontière et de parer aux graves dangers que cette situation faisait naître.

Différents projets furent discutés à la Commission de défense, qui avait été créée ; le Général de Rivières eut l'honneur de voir le sien adopté ; mais il reçut en même temps la lourde responsabilité de l'exécution des propositions qu'il avait faites, ainsi que de l'initiative de toutes les mesures en nombre considérable comme vous allez le constater, qui devaient en faire le complément.

Dans le premier mémoire à la Commission de défense, point de départ de toute cette réorganisation, le Général de Rivières, après avoir constaté la situation que le Traité de Francfort faisait à notre frontière de l'Est, ainsi que nous venons de le rappeler, poursuivait ainsi :

« Le danger de cette situation est évident ; tant que la défense demeurera par la force des choses dans l'incertitude sur les points qui devront supporter les premiers efforts de l'ennemi, elle sera à la merci de ses combinaisons et exposée à une surprise. Il en serait tout autrement si par une organisation prévoyante, on parvenait à régler pour ainsi dire les débouchés de l'adversaire, en sorte que ses premiers mouvements donneraient des indications sur ses opérations ultérieures. L'étude du terrain conduit à penser que ce résultat peut être obtenu en maîtrisant solidement la région moyenne du cours de la Meuse, de manière à forcer l'ennemi à déboucher soit au Nord, soit au Sud du rideau défensif ainsi formé. »

C'est sous l'empire de cette idée qu'on a organisé la ligne de fortification qui suit le cours de la Meuse de Verdun à Toul, de manière à maîtriser tous les points de passage importants et à rendre cette ligne impénétrable à de grandes masses de troupes, qui ont besoin, nous l'avons dit, de plusieurs routes parallèles pour se mouvoir avec sécurité.

La configuration de cette région moyenne de la Meuse se prêtait en effet à cette disposition. La rive droite est bordée de collines,

connues sous le nom d'Argonne occidentale ou de côtes de la Meuse. L'épaisseur de cette chaîne qui atteint près de 15 Kilomètres à hauteur d'Hattonchatel et de Toul se réduit à 5 Kilomètres vis-à-vis de Commercy. De là résulte une sorte d'entonnoir connu sous le nom de « trouée de Vigneulles » et vers lequel convergent les principales communications qui, de Metz et Pont à Mousson, permettent de gagner Bar-le-Duc.

L'extrémité Nord de l'occupation de cette chaîne par la fortification est la place de Verdun, considérablement agrandie depuis le siège qu'elle a eu à supporter, et qui comprend aujourd'hui 11 ouvrages détachés d'inégale importance qui lui font prendre pied d'une part sur les côtes Est de la Meuse au dessus de la plaine de la Woëvre, de l'autre sur les ramifications secondaires de la chaîne de collines qui sépare la Meuse et l'Aire.

Puis viennent les forts de Troyon et de Génicourt, en construction en ce moment, le fort du camp des Romains à St Mihiel, qui, avec l'aide de quelques installations provisoires au moment de la guerre, dominent tout le cours de la Meuse et interceptent le passage.

A partir de St Mihiel, la ligne de défense s'avance jusque sur le revers oriental du plateau vers les débouchés de la trouée de Vigneulles. Les deux forts de Liouville et de Gironville tiennent ces débouchés.

On entre ensuite dans l'action des défenses de la place de Toul, dont le fort de Lucey forme l'avancée dans cette direction. La place de Toul comprend outre la vieille enceinte de la place, un point des plus importants le Mont St Michel, qui forme en quelque sorte la citadelle. Des forts avancés sur les bords de la vallée de l'Ingressin que suit le chemin de fer et le canal du Rhône au Rhin, ou sur la rive droite de la Moselle font de cette place un point extrêmement solide. Pour achever de maîtriser les routes dans cette direction d'autres ouvrages à Pont St Vincent, à Bleuod et à Pagny-la Blanche-Côte, vont rejeter définitivement vers le Sud l'ennemi qui se serait engagé dans cette direction.

La place de Toul est sur la Moselle qui décrit en ce point une courbe prononcée. A l'extrémité du diamètre de la boucle se trouve Nancy et le cours de la Meurthe, et entre les deux rivières nous rencontrons un massif boisé, le plateau de Haye, dont les berges dans toutes les directions

autres que celle de Toul, ont une raideur qui en fait un obstacle des plus sérieux. Les berges de la Moselle au Sud et au Nord sont presque inaccessibles, et ce massif a ses flancs bien protégés. On élève en ce moment un ouvrage au dessus de Frouard qui achèvera de faire de cette belle position une annexe de la place de Toul.

Telle est l'organisation d'ensemble de cette barrière de la Meuse. Nous allons voir également qu'on a réussi, sans un développement exagéré d'ouvrages, à maîtriser les passages entre Epinal et Belfort et même jusqu'à la Suisse: le but que nous poursuivions est donc atteint, nous avons réglé les débouchés de l'ennemi pour le début de la guerre: il ne peut entrer en masse qu'entre Toul et Epinal d'un côté, entre Verdun et la frontière Belge de l'autre, c'est-à-dire dans des directions excentriques par rapport à sa ligne naturelle d'invasion. Nous l'obligeons à un détour et nous savons de quel côté le menacer, s'il n'hésite pas à s'engager dans ces étroits défilés.

Il était urgent de tenir les chemins de fer qui jouent un si grand rôle dans la guerre d'invasion.

La ligne Arlon - Longuyon est maîtrisée par la petite place de Longwy.

Celle de Mézières - Thionville est tenue par Montmédy et à Mézières même par un fort, le fort des Ayvelles.

La ligne Reims - Verdun - Metz est commandée par la place de Verdun, celle de Metz - Nancy par l'ouvrage qu'on construit à Frouard, lequel aura action également sur le chemin de Château-Salins.

Le fort de Pont St Vincent commande la ligne Nancy - Hzelise qui doit se prolonger jusqu'à la ligne Neufchâteau - Epinal.

Enfin Neufchâteau devant devenir un croisement de voies important est dominé par un fort en construction.

---

# 15e Leçon.

La barrière établie au moyen de la fortification sur la Meuse entre Verdun et Toul couvre contre les premiers mouvements de l'ennemi

toutes les routes donnant accès dans le bassin de la Seine.

La fortification établie sur la frontière d'Epinal à la Suisse couvre de son côté toutes les routes donnant accès dans le bassin de la Saône. Il ne reste donc entre ces deux digues dont les deux places de Toul et d'Epinal, sont en quelque sorte les musoirs, qu'un canal étroit qui mène sur l'arête de séparation des deux bassins et qui rendrait les mouvements de l'invasion difficiles.

La barrière du bassin de la Saône est assise sur la crête même qui sépare cette rivière du bassin du Rhin : les monts Faucilles. Cette chaîne décrit de Langres au ballon d'Alsace un arc convexe vers le Nord dont le point le plus septentrional est à hauteur d'Epinal. En ce point également cette ligne, qui n'est jusque là formée que de collines, prend une importance plus considérable ; elle devient une véritable chaîne traversée par des cols peu nombreux et de grande altitude, qui mettent en communication la vallée étroite de la Moselle avec la vallée de la Saône ou de l'Oignon.

On a donc pu maîtriser ces passages au moyen d'un petit nombre d'ouvrages.

1° A Epinal on a formé une grande place dont la moitié seulement est aujourd'hui construite et joue le rôle de tête de pont sur la rive droite de la Moselle.

2° A Arches qui maîtrise le chemin de fer qui suit la vallée de la Vologne et se prolonge sur St Dié.

3° A Remiremont, qui commande deux routes donnant accès sur St Loup et Luxeuil.

4° A Rupt où s'élève une route qui descend sur Luxeuil.

5° A Château Lambert où passe le prolongement d'une route qui de St Dié par Gérardmer traverse toutes les Vosges et descend dans la vallée de l'Oignon à Lure.

6° Au Ballon de Servance où un petit ouvrage commande les replis de la route qui, de St Maurice sur la Moselle, monte au Ballon d'Alsace et descend sur Belfort.

Ces routes sont les seules carrossables. On a donc aujourd'hui la certitude que s'il se glisse par hasard quelque force dans les intervalles entre les forts, ce ne seront que des hommes sans convois,

sans cavalerie, sans artillerie. De telles incursions ne sauraient être bien redoutables.

Si la région de Belfort n'avait pas été également interceptée, les dispositions précédentes eussent été rendues inutiles et tournées immédiatement. Aussi s'est-on attaché à maîtriser aussi exactement que possible, malgré les difficultés que présente la topographie de la région, toutes les routes qui forment ce que l'on appelle la trouée de Belfort.

Ces routes présentent deux nœuds principaux, à Belfort d'un côté, à Montbéliard de l'autre. En outre deux autres routes, l'une entre Belfort et le pied des Vosges, à Giromagny, l'autre par Blamont et Pont de Roide sur le Doubs, permettaient d'éviter encore soit Belfort soit Montbéliard.

Les défenses dans cette région comprennent :

1° Le fort de Giromagny, maîtrisant la route du pied des Vosges.

2° La place de Belfort dont les principaux ouvrages au Mont Vaudois, au Salbert, à Roppe, aux Perches étendent au loin les défenses et permettent de les relier d'une part avec Giromagny, d'autre part avec Montbéliard.

3° Les ouvrages de Montbéliard, point où se trouvait jusqu'en 1870 la véritable trouée de Belfort, car en ce point convergent le canal du Rhône au Rhin, le chemin de fer de Besançon, la route de Belfort, celle de Porrentruy, qu'un embranchement hors du territoire Suisse met en communication avec Mulhouse ou avec Bâle.

Les ouvrages de Montbéliard comprennent outre le vieux château, sans grande valeur défensive, mais conservé comme poste, l'ouvrage de La Chaux qui se conjugue avec Belfort pour la défense de la Savoureuse : le fort de Montbard, fort d'arrêt que sa situation remarquable recommande particulièrement à l'attention.

4° A partir de ce point les gorges du Doubs forment une bonne défense naturelle jusqu'à Pont de Roide, premier passage facile. Un fort élevé sur la rive droite au sommet de la longue arête des monts Lomont domine l'ancien poste fortifié de Blamont et la bifurcation des routes qui se dirigent sur Montbéliard ou Porrentruy. Une batterie annexe de ce fort domine Pont de Roide et interdit le passage

du Doubs.

Avec cette organisation, il y a lieu d'espérer que les premiers mouvements de l'ennemi seront arrêtés longtemps devant la longue ligne qui s'étend d'Epinal à la Suisse et cette barrière sera plus solide encore lorsque nous aurons pu achever les quelques travaux indispensables pour assurer également la sécurité du flanc droit de cette occupation, le long de la frontière Suisse.

Depuis le point où nous sommes arrivés jusqu'au Rhône, le massif du Jura donne de grandes ressources défensives. Mais il présente cependant quelques routes dont il importe d'être maître pour prévenir la grave éventualité de l'invasion dans cette région.

La partie Française du massif comprend deux régions bien distinctes, au point de vue de la défense : les plateaux supérieurs qui encadrent le bassin du Doubs et de ses affluents ; les vallées où coulent les eaux qui se jettent soit dans le Rhône directement, soit dans son affluent principal l'Ain.

Du côté du bassin du Rhône ou de l'Ain sont les difficultés les plus grandes. Les plissements parallèles du terrain dessinent des vallées encaissées au fond d'escarpements à pic sur les flancs desquels on a tracé avec peine les rares communications de la région. Ces routes parallèles ne sont rattachées que par de rares transversales, et dans une région aussi âpre, la défense trouverait à chaque pas le moyen d'arrêter la marche des colonnes ennemies.

Pour achever d'en interdire l'entrée, on occupera :

1° Le Molard montagne qui domine Culoz.

2° L'éperon de Châtillon de Michaille qui commande l'entrée du défilé de Nantua.

3° Le col de la Faucille, ou une position comme Mijoux en face du col.

4° Les Rousses, dont le fort actuel sera amélioré.

La région Nord est au contraire de parcours plus facile et en remontant d'Yverdun et de Neufchâtel plusieurs passages donnent accès sur notre sol. Un chemin de fer entre déjà de Neufchâtel par le val de Travers pour gagner ensuite par Pontarlier et Mouchard

la ligne de Lyon à Besançon. Un 2e embranchement réunit un peu plus au sud Pontarlier et la ligne Lausanne – Neufchâtel à Eclevans en Suisse.

Plus au Nord encore, à Morteau va aboutir bientôt une ligne qui traversant le Jura perpendiculairement de Besançon à Morteau ira se souder à la ligne du Locle qui la met en communication par Bâle avec tout le réseau Allemand.

Ces entrées sur notre territoire seront maîtrisées par un fort à Morteau, par l'amélioration du fort du Larmont à Pontarlier, par un autre ouvrage à construire près de Jougne, point d'accès de l'embranchement sur le réseau Suisse.

Au nord de Morteau les gorges du Doubs forment une défense efficace jusqu'à St Hippolyte dont la route est maîtrisée par le fort du Lomont.

La défense dans cette région serait assez facile, même dans le cas où l'ennemi aurait forcé les obstacles qu'il rencontrera à l'entrée sur le sol français. Entre les gorges impraticables du Dessoubre qui coule vers St Hippolyte et celles de la Loue qui passe à Ornans, se dresse une arête facile à tenir et qui permettrait une résistance prolongée. Elle n'aurait pas à craindre d'être tournée grâce à l'appui de la place de Besançon qui forme le réduit de toute cette défense.

Besançon est situé sur le Doubs et ses défenses ont été portées assez en avant pour permettre d'une part des débouchés faciles sur les hauts plateaux du Jura, de l'autre une action sérieuse sur la vallée de l'Oignon, affluent de la Saône d'une grande importance militaire.

Nous venons de parcourir rapidement la frontière directement exposée aux entreprises de l'Allemagne. C'était celle où le danger était le plus pressant et c'est par celle-là qu'on a commencé. Nous dirons tout à l'heure comment on entend tirer parti de cette défense; mais il nous reste auparavant à examiner comment a été organisée la frontière du Nord, également menacée dans le cas possible et même probable où la neutralité de la Belgique ne serait pas respectée dans la prochaine guerre avec l'Allemagne.

Le tracé de la frontière de ce côté, la profonde découpure que les traités de 1815 y ont déterminée rendent le péril très sérieux, si on remarque surtout que les défenses que nous pouvons élever ne sont qu'à 8 jours de marche de Paris.

Si nous envisageons d'abord l'ensemble de la région entre la Meuse et la mer du Nord, nous trouvons successivement diverses régions très distinctes au point de vue topographique. Entre la Sambre et la Meuse, les collines séparant le bassin de l'Oise de ceux des deux autres rivières, prennent de plus en plus d'importance à mesure qu'elles se rapprochent de la rive gauche de la Meuse. En Belgique et en France, ces collines sont extrêmement boisées, et les voies de communications rares d'abord, se multiplient d'autant plus qu'on se rapproche du cours de la Sambre. Cette raison engagera donc l'ennemi, arrivé à Namur, à prendre la vallée de cette dernière rivière, que la grande ligne ferrée de Paris à Cologne suit d'ailleurs sur presque tout son cours, et qui forme sa ligne de marche directe sur Paris.

Ainsi l'ennemi a intérêt à remonter la vallée de la Sambre, par sa rive gauche principalement, et à prendre pied vers Bohain et St Quentin sur la ligne de séparation de la Sambre et de l'Oise, pour suivre ensuite cette rivière jusqu'à Paris.

A partir de la Sambre, la frontière traverse un pays de moins en moins accidenté à mesure qu'on se rapproche de la mer, et coupe perpendiculairement à leur cours toutes les rivières qui y coulent.

On a adopté dans cette région un mode de défense analogue à celui qui a été établi dans l'Est. On a profité des rivières et des places fortes qui existent déjà pour maîtriser une position moyenne autour de laquelle l'ennemi sera obligé à se mouvoir pour pénétrer plus avant. Cette région moyenne a été constituée par l'occupation de l'intervalle entre la Sambre et l'Escaut que les anciennes places du 17e siècle tenaient déjà en partie.

Sur l'Escaut, une place surtout est importante, c'est la place de Valenciennes, point d'appui sur cette rivière de la ligne d'obstacles qui s'étend jusqu'à la Sambre.

En aval se trouve Condé, en amont Bouchain, et ces trois places donnent des points de passage assurés sur les inondations étendues que les écluses des canaux et rivières permettent de tendre entre ces diverses places.

Entre l'Escaut et la Sambre, la forêt de Mormal, contigüe à la Sambre, peut être organisée défensivement. Elle est protégée en partie sur son front par l'importante place de Maubeuge dont les défenses sont considérablement augmentées. Son flanc droit est appuyé par Landrecies, son flanc gauche par Le Quesnoy, place déclassée avant la guerre, mais qu'une loi récente vient de faire rentrer dans notre système de défense.

Entre Le Quesnoy et Valenciennes 3 ouvrages ou batteries ferment l'intervalle.

Ainsi l'Escaut et la Sambre comme flancs, la forêt de Mormal, la place du Quesnoy et des ouvrages jusqu'à Valenciennes comme front, tel est l'ensemble de la forte position centrale de la frontière du Nord.

C'est évidemment derrière cette position que l'armée défensive, inférieure en nombre puisqu'elle reste sur la défensive, a intérêt à attendre son ennemi. Grâce à cette organisation, elle est assurée de résister de front, si l'ennemi tente de la déborder à droite ou à gauche; elle possède les têtes de pont sur les deux rivières, elle peut prendre son adversaire en flanc au moment convenable, pendant qu'il sera embarrassé dans des difficultés que le terrain permet de lui susciter facilement dans sa marche.

Cette position centrale se prolonge en effet à droite et à gauche par des obstacles notables.

A droite se trouve le pays de la Thiérache, contrée de pâturages, coupé de haies, de fossés qui le font ressembler au boccage vendéen, si favorable à l'insurrection du début de la Révolution. De grandes forêts viennent ensuite en face de la trouée de Chimay, et comme point d'appui aux ailes de l'armée qui s'étendraient dans cette direction se trouvera le fort d'Hirson, déjà nécessaire au seul point de vue des chemins de fer.

Sur la gauche de la position centrale, deux petites rivières

canalisées et presque sans pentes, la Scarpe et la Sensée, permettraient de rendre le pays impraticable jusque vers Douai, ancienne place datant de l'occupation Espagnole dans les Pays-Bas et qui a été améliorée et augmentée depuis le 17e Siècle.

Un peu en avant de cette grande position, et isolée dans une sorte de promontoire de la frontière, se trouve la place de Lille, qu'on n'a pas voulu, en raison de son importance, laisser à la merci du premier coup de main. De nombreux forts détachés sont en construction autour de cette place.

Il est peu présumable que de grandes invasions se détournent à l'Ouest de cette place; elles seraient obligées à prêter le flanc trop longtemps à toutes les sorties que l'armée défensive pourrait faire en avant de la position centrale. Le seul mobile qui pourrait justifier de la part de l'ennemi une opération aussi excentrique, serait le désir de s'emparer d'un port de débarquement, pour le cas où il aurait obtenu la supériorité sur mer. On devait donc se préoccuper de mettre ces ports à l'abri d'une telle éventualité. C'est pour cette raison qu'on a fortifié la région des places maritimes, Dunkerque, Bergues, Calais, où la constitution basse et marécageuse du pays continental en arrière donnait des facilités considérables.

On n'a fait ici que mettre à hauteur des exigences modernes l'œuvre remarquable de Vauban. Le système des canaux de l'Aa, de la Colme et de Furnes dont l'organisation est due à notre grand Ingénieur doit faire l'admiration non-seulement des militaires mais de tous les Ingénieurs, et malgré les moyens autrement perfectionnés dont nous disposons aujourd'hui, on n'a rien fait nulle part d'aussi simple et d'aussi grandiose. Dunkerque et Bergues, son annexe, sont couvertes par des inondations que quelques poutrelles déplacées au barrage du sas de Dunkerque permettent de jeter à volonté d'un bief dans l'autre. 3 ouvrages nouveaux en avant de Bergues serviront de tête de pont sur cette inondation; un autre vers Brouckerque, entre le canal de la Colme et celui de Bourbourg achèvera de maîtriser les inondations.

Enfin les places de Gravelines et Calais couvrent les autres écluses qui permettent de produire ces puissantes inondations.

Les quelques explications que nous venons de donner achèvent de faire connaître l'organisation générale de la frontière depuis le Rhône jusqu'à la mer du Nord. Cette organisation comporte, comme on le voit, un certain nombre de centres de résistance, formant de véritables régions fortifiées. Mais il n'était pas possible de former une ligne d'ouvrages continus; il reste donc entre les groupes ainsi constitués, un certain nombre de trouées, de passages ouverts, par où l'ennemi aura quelques facilités à s'engager. Mais ces passages sont connus; c'est là que nos armées savent qu'elles doivent rencontrer leur adversaire et par le fait même, l'étendue du terrain à étudier pour cette bataille inévitable se trouve considérablement limitée.

Mais quel sera le sort de cette première rencontre?

Il eut été trop imprudent de ne pas compter avec les chances de la guerre; d'autant plus que des exemples historiques éclatants, même parmi les plus récents, ne peuvent laisser aucun doute sur les effets désastreux d'une bataille perdue et sur l'immense étendue de pays qui peut, du même coup, devenir la proie du vainqueur, si aucun obstacle ne vient arrêter sa marche.

Après Iena, nos troupes qui n'avaient devant elles que les immenses plaines de l'Allemagne du Nord, poursuivirent sans relâche les débris de l'armée Prussienne. Elles les acculèrent à la Baltique et quelques-uns de leurs débris furent même obligés de capituler devant la Cavalerie Française (Prenslow)

Dans d'autres circonstances, en 1870, par exemple, la retraite fut si rapide que l'on perdit du même coup les obstacles qui eussent pu faire notre sauvegarde et nous avons vu les troupes du Maréchal de Mac-Mahon, à la suite de Reischoffen, accompagnées du Corps de Failly, venir gagner le camp de Châlons.

De tels exemples ne pouvaient être oubliés, si l'on songe surtout à la constitution particulière des forces que nous aurons à opposer dans la prochaine guerre, à des adversaires exaltés par le souvenir de leurs récents triomphes. Pleine d'entrain et d'enthousiasme dans le succès, notre armée ne sera peut être pas assez calme dans la retraite si la victoire ne lui a point souri, et vienne une défaite dans

les premiers moments, 20 à 25 jours après la déclaration de guerre, il est possible que cette armée ne puisse se réorganiser en marchant avec l'ennemi sur les talons, et qu'elle n'aille du premier coup chercher un abri sous Paris, si près aujourd'hui de la frontière, ou plus loin encore vers le centre de la France.

On a donc décidé de rompre cette poursuite, et d'organiser vers les régions probables et aujourd'hui parfaitement délimitées des premières rencontres des points d'appui pour nos forces en retraite, des haltes qui arrêtassent l'ennemi, l'obligeassent à un détour et permissent à nos forces de respirer quelques jours et de reprendre cohésion. Ce ne sont pas des camps retranchés dans lesquels l'armée risquât de s'enfermer et de courir à une ruine certaine. Ce sont seulement des positions d'arrière-garde que l'armée abandonne lorsqu'elle voit ses communications menacées.

L'ennemi entrera par la trouée de Chimay et on se battra dans son voisinage. On a donc organisé en arrière une région de défense facile la position de Laon. La Fère couverte sur son flanc gauche par l'Oise et la petite place de La Fère et à laquelle des forts donnent des têtes de pont vers la Somme et le canal Crozat.

Sur son flanc droit, des forts se reliant d'une part à Laon, de l'autre à l'Aisne, tels que Montbérault, la Malmaison, Condé s/ Aisne, forment la ligne de défense.

Sur son front, le massif de St Gobain, renforcé par quelques batteries, rendra inabordable une région déjà difficile par elle-même.

Dès que cette organisation sera achevée, Soissons devenu inutile, sera probablement déclassé

Si l'ennemi pénètre par l'intervalle Mézières-Verdun, la rencontre avec nos forces aura lieu dans une vaste plaine sans abri, la plaine de la Champagne.

Pour recueillir dans ce cas l'armée en retraite, on utilise encore cette falaise crétacée qui a déjà servi à Laon-La Fère, et la vaste position de Reims qui s'étend jusqu'à Epernay arrêtera

l'ennemi, laissera passer l'armée en retraite, tout en maîtrisant les débouchés sur Paris.

Si l'ennemi entre, au contraire, par la trouée Epinal — Toul, il se trouvera en face de la position de Langres, point des plus importants, à la naissance de toutes les vallées qui descendent sur Paris, et ayant un pied sur la vallée de la Saône. Cette place est assez près de la frontière dans cette région pour agir sur les premiers mouvements de l'ennemi de ce côté; elle participe donc dans une certaine mesure au rôle des places de 1ère ligne. Mais il y a de grandes chances aussi pour que ces premiers engagements aient lieu en avant d'elle; alors elle sera appelée à jouer le rôle des places de seconde ligne que nous considérons ici.

Des ouvrages détachés éloignés de la place jusqu'à 12 Kil. en font une position très étendue.

Elle est en liaison efficace en cas de désastre avec une position d'une grande importance militaire, celle de Dijon, qui forme tête de pont sur la vallée de la Saône à l'entrée de la région du Morvan, si favorable à la défense de la France que quelques écrivains militaires avaient recommandé son occupation comme seul moyen de défense.

Enfin au centre de tout cet ensemble et comme dernier réduit se trouve Paris, que nous étudierons à part.

Si nous jetons un regard sur l'ensemble des défenses que nous venons d'énumérer, nous trouvons d'abord à la frontière:

1° La région des places Maritimes.

2° Une place isolée, celle de Lille.

3° Une grande position centrale entre la Sambre et l'Escaut étendant son action par des accidents naturels d'une part jusqu'à Douai, d'autre part jusqu'à Hirson ou même Rocroi.

Cet ensemble est dirigé contre une invasion venant de la Belgique et pour le soutenir en arrière, nous avons la grande position de seconde ligne de Laon — La Fère.

Si l'ennemi entre par la trouée le long de la frontière du

Luxembourg, il aura d'abord à faire le siège de Montmédy, du fort des Ayvelles à Mézières, pour s'emparer du chemin de fer. Il devra s'engager sur Vouziers en laissant sur son flanc la ligne qui lui est interdite de Verdun à Toul, et en même temps la difficile région de l'Argonne, où des forces de peu d'importance suffisent encore pour l'empêcher de prendre la Meuse à revers. On voit donc quel avantage considérable aurait une armée, même inférieure en nombre, qui aurait pris possession de cette région si favorable par l'accumulation des moyens de défense naturels ou artificiels. Couverte sur son front par les collines de la Woevre et les ouvrages de la Meuse, en arrière par l'Argonne, cette armée peut tomber à son gré soit sur les Corps restés pour l'observer dans la vallée de la Moselle, soit sur les forces cherchant à s'engager dans la trouée au Nord de Verdun, ou dans cette autre trouée au sud de Toul.

Si elle est forcée d'abandonner cette magnifique situation après la perte d'une bataille, l'armée trouve pour la recevoir la position de Reims, ou celle de Nogent plus au sud qu'il est également question d'organiser pour couvrir Paris de ce côté.

Puis d'Epinal à la Suisse et bientôt jusqu'au Rhône, lorsque les quelques ouvrages à élever dans le Jura auront été construits, tous les passages importants seront maîtrisés et on pourra rester sur ces frontières dans une attitude purement défensive, avec l'assurance d'empêcher longtemps l'ennemi de pénétrer sur notre sol.

Voilà le résultat auquel nous sommes arrivés 8 ans à peine après nos désastres, moins de 5 ans après que les premiers travaux ont été entrepris, et il est juste d'en faire revenir l'honneur à l'homme qui a eu l'énergie de faire triompher ses idées et au Corps tout entier qui l'a secondé dans son œuvre.

---

# 16e Leçon.

---

Nous allons terminer aujourd'hui l'étude de nos défenses sur les frontières de terre et de mer.

Nous pourrons passer ensuite à l'examen des modifications

apportées à l'organisation du réduit général de la défense, Paris, et dire quelques mots des moyens indispensables pour mettre en œuvre cette vaste organisation dont nous n'avons retracé jusqu'ici que le côté purement matériel.

Au sud du lac de Genève et jusqu'à la Méditerranée la frontière est presque tout le temps formée par une barrière naturelle des plus efficaces, le massif des Alpes, et il a suffi de travaux beaucoup moindres que ceux que nous avons examinés jusqu'ici pour lui assurer une sécurité bien autrement efficace.

La chaîne des Alpes décrit autour de la vallée du Pô un arc convexe, dont la partie moyenne, depuis les ramifications orientales du massif du Mont-Blanc, au pic de l'Argentière, jusque vers les sources de la Tinée, affluent du Var, forme par sa crête le tracé de la frontière. Vers le sud, la ligne jusqu'à la mer est formée d'une manière un peu arbitraire au travers de l'ancien Comté de Nice. Du côté du Nord, la Savoie est séparée de la Suisse par une chaîne secondaire, mais d'une grande élévation qui part du pic de l'Argentière et regagne le lac de Genève dans les environs de St Gingoulph.

Le grand arc de cercle des Alpes se prolonge au delà de ce point de l'Argentière pour s'élever ensuite jusqu'au St Gothard, mais en dehors des limites du territoire français.

Dans le cas où l'armée Italienne voudrait entreprendre de grandes opérations contre nous, elle pourrait utiliser un certain nombre de routes la conduisant soit sur le territoire Suisse en vue de liaison avec les armées de l'Allemagne, soit directement sur notre territoire.

Au nombre des premières, il faut signaler d'abord la belle route du Simplon qui suit la vallée du Rhône dans le Valais; la route moins bonne mais également praticable du Grand St Bernard, qui après la traversée des Alpes vient déboucher sur la précédente à Martigny. Pour pénétrer en Savoie par cette voie, les Italiens seraient obligés de franchir la chaîne secondaire qui nous sépare du Valais soit au col de Balme soit au col de la Tête Noire pour aboutir dans la vallée de Chamounix, ou de contourner cette chaîne par le Nord et de prendre l'ancienne route d'Italie qui longe le lac de Genève par le Sud.

Pour pénétrer directement sur notre territoire les Italiens seraient obligés de se reporter assez loin vers le Sud. Depuis le pic de l'Argentière, le massif du Mont Blanc offre un obstacle infranchissable jusqu'au col du petit St Bernard qui donne accès de la vallée d'Aoste dans la vallée supérieure de l'Isère. Cette route n'est pas très bonne, mais elle serait cependant praticable. Puis viennent ensuite les routes du Mont-Cenis et le tunnel du chemin de fer donnant accès de la vallée de la Doire dans celle de la Maurienne où coule l'Arc, affluent de l'Isère. De ce point jusqu'au col de Tende dans les Alpes Maritimes, il n'existe plus qu'une seule route carrossable, c'est celle de Mont Genèvre qui met en communication le bassin du Pô avec celui de la Durance à Briançon. Nous allons examiner successivement chacune de ces routes et voir les dispositions prises pour les commander.

Les premières, celles qui conduisent en Suisse ou dans la partie orientale de la Savoie et qui empruntent la grande voie du Valais, conduisent sur une partie de notre territoire qui est, au point de vue diplomatique, dans une situation particulière. En nous cédant cette province en 1860, le Roi d'Italie nous la remit aux conditions où il la tenait lui-même des puissances assemblées au Congrès de Vienne en 1814. Dans ces premiers traités de 1814, la France conservait encore l'ancien département du Mont-Blanc dont le chef-lieu était Chambéry. Le Chablais et le Faucigny étaient au contraire rétrocédés au Roi de Sardaigne, et pour lui garantir ces possessions qu'aucune barrière ne couvrait contre la France, ces territoires étaient neutralisés; la Suisse avait le droit d'y mettre garnison en cas de guerre, et de plus les troupes du Roi de Sardaigne étaient autorisées à en emprunter la route Suisse du Valais et du Simplon, sans que leur passage constituât une violation de la neutralité Suisse. La limite sud du territoire neutralisé était indiquée par une ligne passant d'Ugine à Faverges pour gagner le lac du Bourget, et cette limite vague n'avait pas été autrement précisée.

Les traités de 1815 arrondirent les Etats du Roi de Sardaigne du département du Mont-Blanc, mais les conditions de neutralisation ne furent pas modifiées, bien que la raison d'être de cette neutralisation eût disparu, du moment où les troupes Sardes possédaient une bonne route de communication, celle du Mont-Cenis.

En 1860, Victor-Emmanuel nous céda le territoire de la Savoie, et comme le dit le Traité, aux conditions où il le possédait lui-même, de sorte qu'une partie en est encore aujourd'hui neutralisée. Mais cette situation qui n'a jamais été tirée au clair avec les puissances garantes de la neutralité en question, ne laisse pas que d'être fort embrouillée. C'est contre nous que cette mesure avait été prise; mais aujourd'hui que nous sommes en possession, quelle est sa véritable signification?

Quoiqu'il en soit, on n'a pas voulu susciter de motifs de querelles soit avec les Italiens, soit avec les puissances étrangères signataires des Traités de 1815; on n'a fait aucune fortification sur ce territoire. On s'est retiré plus en arrière; on se contentera de disputer le terrain pied à pied dans cette région, si l'ennemi s'y engage.

Or, quel peut être l'objectif de l'ennemi opérant de ce côté? Cet objectif ne peut être que Lyon, dont l'occupation serait un fait considérable, autant par les conséquences matérielles de la libre disposition par l'ennemi des richesses de la seconde ville de France que par l'influence morale d'un revers aussi grave.

Trois routes conduisent de la Savoie sur Lyon. L'une est celle qui de Genève s'engage par Châtillon de Michaille sur Nantua. Celle-ci sera bientôt commandée par l'ouvrage qu'on construira à Châtillon de Michaille. Elle traverse d'ailleurs le Jura dans sa partie la plus difficile.

La seconde part de Genève ou d'Annecy, passe à Chambéry et par Pont de Beauvoisin et la Tour du Pin gagne directement Lyon. La 3e suit la vallée de l'Isère jusqu'en aval de Grenoble à Voireppe et se dirige directement sur Vienne et de là sur Lyon.

La 2e route est masquée par le lac du Bourget et les positions naturelles qu'il est facile de trouver dans les environs de Chambéry. C'est sur la 3me et dernière qu'ont été accumulées les défenses, ce qui en fait un long couloir où la circulation de nos forces sera assurée, car ses débouchés en sont fermés par de la fortification du côté de l'Italie et les portes au contraire en sont ouvertes pour prendre en flanc les mouvements des troupes qui chercheraient à pénétrer par la route de Chambéry.

Les débouchés du Petit St Bernard dans la vallée de l'Isère sont tenus à Albertville, point où la petite rivière l'Arly vient se jeter dans l'Isère. Les forts de cette position qui ne constitue pas une place au sens ordinaire du mot barrent les chemins qui descendent des cols des Alpes, praticables à la rigueur aux piétons; ils étendent aussi leur action sur les vallées qui, au Nord, conduisent vers Annecy.

Au confluent de l'Arc et de l'Isère, des ouvrages du même genre commandent également la route du Mont Cenis et le chemin de fer qui vient d'Italie.

Enfin, en arrière, on trouve encore comme point d'appui des forces opérant dans la région, Grenoble, dont les défenses ont été assez étendues du côté des vallées du Drac et de la haute Isère, pour défier les attaques de ce côté.

La route qui passe au Mont Genèvre et fait communiquer le bassin du Pô avec celui de la Durance pourrait aussi donner accès aux forces Italiennes jusque vers Grenoble, si la place de Briançon ne s'y opposait, car une bonne route part de cette place, remonte la vallée de la Guisanne jusqu'au col du Lautaret. De là, cette route redescend la vallée de la Romanche jusqu'à son confluent avec le Drac.

La place de Briançon a donc pour objet de tenir soit la route sur Grenoble, soit la route sur Gap. Pour augmenter sa force de résistance en présence de l'Artillerie moderne, on a été amené à occuper par des ouvrages permanents des points voisins de la place et d'une altitude extrêmement élevée, l'Infernet au dessus même de Briançon, la Croix de Bretagne sur un contrefort au Sud. Mais le rôle principal de cette place est de servir de point d'appui aux troupes mobiles qui dès le début de la guerre disputeraient le pays aux Compagnies Alpines Italiennes, qui profiteraient des cols très nombreux de la chaîne des Alpes, praticables, il est vrai, par de seuls montagnards, pour faire irruption sur notre territoire. L'action des forces mobiles que nous pourrons leur opposer est de la plus haute importance. Si nous arrivons les premiers au col de l'Echelle dans la vallée de la Clarée, nous serons en mesure d'y amener de l'Artillerie, car les chemins pour y aboutir sur le versant Français sont parfaitement praticables, tandis qu'ils sont abrupts sur le

versant Italien. En ce point, nous ne serons qu'à 5 Kil, c'est-à-dire à portée de canon du tunnel de Bardonnèche.

Il est d'autant plus nécessaire de couper le chemin de fer du Mont-Cenis de cette manière, que les Italiens se sont opposés, il y a 5 ans, à des dispositions qu'on parlait de prendre à Modane pour rendre cette voie impraticable, sur notre propre territoire, et pour ne pas soulever de réclamations diplomatiques gênantes, on s'est abstenu de poursuivre à ce moment.

Cette action des troupes mobiles prenant appui sur Briançon et qui s'exerce déjà par le col de l'Echelle sur l'entrée italienne du tunnel du Mont-Cenis, peut aussi s'étendre efficacement sur ce même chemin de fer, dans la vallée française de la Maurienne.

De la route de Grenoble part en effet, au col même du Lautaret, un chemin assez bon qui franchit la chaîne secondaire au col du Galibier, pour déboucher à Valloire dans la vallée de la Maurienne, à peu de distance de St. Michel de Maurienne. L'occupation du col du Galibier par nos forces mobiles est absolument nécessaire pour tenir les communications avec Grenoble, et en même temps, on menace de flanc et dans une bonne position, la route principale de l'ennemi, celle de la vallée de la Maurienne ainsi que le chemin de fer qui la suit.

Du côté du Sud, sur la vallée de la Durance, vient déboucher la vallée du Guil de laquelle divers cols, impraticables aujourd'hui aux voitures, donneraient accès dans le bassin du Pô.

La place de Montdauphin, construite par Vauban, intercepte les communications à la jonction des deux vallées.

Cette vallée du Guil est séparée d'une autre vallée où coule un affluent important de la Durance, l'Ubaye, par une crête difficile que traverse un chemin praticable par de l'Artillerie de montagne, au col de Vars. Cette vallée de l'Ubaye est traversée par une route conduisant au col de l'Argentière par lequel on communique avec l'Italie, mais seulement par un chemin muletier sur le versant italien. Il ne faudrait d'ailleurs que quelques semaines de travail pour rendre cette lacune également praticable aux attelages.

Un peu en arrière du chemin du col de Vars, un ancien

fort que l'on améliorera, le fort de Tournoux, barrera la vallée. Ce point forme comme la droite de l'action des forces mobiles destinées à prendre point d'appui au centre sur Briançon, s'étendant jusque dans la Maurienne par le col du Galibier, jusque sur l'Ubaye par le col de Vars.

Cette action peut s'exercer avec quelques troupes, même peu nombreuses. L'ennemi ne peut déboucher en force avec du matériel que par le Mont Genèvre. Partout ailleurs, il n'engagera que des forces d'Infanterie, qui ne trouveront dans ce pays pauvre et peu peuplé, que des ressources insignifiantes et qui par suite ne seront pas très considérables.

Au Sud de l'Ubaye, la crête de séparation avec le Var ou ses affluents est impraticable et tout le massif des Alpes depuis le col de l'Argentière jusqu'au col de Tende n'est plus qu'une masse inaccessible, traversée seulement à de longs intervalles par des sentiers de piétons difficiles.

Il n'était pas nécessaire de prendre des mesures de défense dans tout cet espace. C'est du côté des Alpes Maritimes seulement, vers le col de Tende qu'on a pris la continuation des défenses artificielles de la frontière et que nous allons indiquer prochainement.

Avant de poursuivre, nous nous arrêterons un instant sur le point principal, but de tous les mouvements de l'invasion dans ces régions, la place de Lyon.

Cette ville a été le sujet de la première application régulière des forts détachés pour la fortification des grands centres.

Dès 1832, on y commençait une ligne d'ouvrages détachés qui, commençant sur la rive gauche du Rhône, à la Vitriolerie un peu en amont de la pointe de Perrache, formaient, par les ouvrages de la Part-Dieu et des Brotteaux et quelques autres moins importants, une ligne qui remontait jusqu'au terrain bas en aval où se trouve aujourd'hui le parc de la Tête d'Or.

Entre Saône et Rhône, deux forts : Montessuy et Caluire, protégeaient la ligne fortifiée couvrant la Croix-Rousse.

Sur la rive droite du Rhône des ouvrages occupaient également l'espace compris entre le fort de la Duchère et celui de Ste Foy.

« Mais cette ceinture d'ouvrages, suffisante pour le moment où elle a été créée, est loin d'être efficace aujourd'hui, où les faubourgs ont pris une telle extension qu'ils ont débordé la fortification noyée maintenant au milieu des habitations. Depuis la guerre, on a repris les défenses de Lyon, et on s'est avancé dans la campagne ; on a occupé par une ceinture de forts les accès de la ville sur toute la circonférence et à une étendue telle que le siège de Lyon serait une opération presqu'aussi difficile, exigeant un matériel presqu'aussi considérable que le siège de Paris.

Du côté de l'arrivée probable de l'ennemi, c'est-à-dire entre Saône et Rhône et surtout sur la rive gauche du Rhône, on s'est porté à une distance de 10 à 12 Kil. du centre de la ville aux points de Vancia, Bron et Feyzin, ouvrages aujourd'hui terminés, et qui seront complétés par d'autres actuellement en construction.

La défense de la rive gauche a été portée très loin au Nord pour profiter de l'important massif du Mont-Dore et du Mont-Verdun, dont la possession par l'ennemi serait des plus dangereuses pour la défense. Toute cette ligne de la rive gauche est d'ailleurs disposée de manière à assurer les communications de la place le plus longtemps possible avec le prolongement des Cévennes que traversent les deux routes principales de Roanne et Montbrison, par où arriveront les secours.

Ces nœuds de routes, cette position à cheval sur des cours d'eaux difficiles séparant le pays en 3 secteurs très distincts, le voisinage des montagnes du Vivarais, enfin cette situation intermédiaire entre deux parties de la France très distinctes, ce qu'on pourrait appeler le Nord et le Midi, font de Lyon une position stratégique de premier ordre.

Reprenons maintenant la région des Alpes Maritimes, où notre frontière ne date que de 1860, et où elle traverse, en en laissant la plus grande partie en notre pouvoir, l'ancien Comté de Nice. Cette région est particulièrement difficile sur la rive gauche du Var. Les montagnes n'y ont peut être pas une altitude aussi considérable que dans les Alpes, mais les vallées y sont plus resserrées, les pentes plus raides, les escarpements même plus fréquents. Si l'on ajoute à cela que ces montagnes sont aujourd'hui presqu'entièrement dénudées, que leurs flancs sont à peine recouverts presque partout de quelque maigre végétation, on comprendra

que des opérations militaires qui ne seraient pas maîtresses des principales voies de communications, auraient les plus grandes difficultés à s'y développer.

Deux routes aboutissant toutes deux à Nice permettraient seules d'arriver facilement jusqu'au Var. La route du col de Tende, qui suit la vallée de la Roya ; la route de la Corniche le long du littoral.

Pour dominer la première, on organise les moyens d'accès de notre côté à une forte position naturelle située entre les vallées de la Vésubie, affluent du Var et la Roya qui se jette à la mer. C'est le massif de l'Authion, dont les crêtes seront rendues accessibles pour nos forces par des routes en construction en ce moment. La moindre force sur cette position suffira à interdire les mouvements sur la route du col de Tende ou sur le chemin de traverse conduisant vers Lantosque. A Nice même, les deux routes du col de Tende et de la Corniche seront bientôt occupées par des forts et batteries qui feront de cette ville la tête de Pont du Var.

L'histoire démontre que les invasions de la Provence n'ont jamais eu de succès. Après avoir triomphé des difficultés du passage au travers de cette région de la rive gauche du Var, l'ennemi n'a pas devant lui à proximité un objectif important, dont la possession lui apporte quelques résultats décisifs. Sa base d'opérations est un seul point, le pont de St Laurent du Var ; il est obligé de cheminer le long du littoral entre le pied des dernières ramifications des Alpes de Provence et la mer. Pour avoir un résultat sérieux, il est obligé d'aller jusqu'à Avignon couper les communications de la Provence et du Languedoc avec le Nord de la France, et ce serait encore un avantage bien faible pour une marche aussi longue et les risques que lui fera courir le massif montagneux qui limite son développement et que nos forces pourront longtemps occuper sans danger. Les opérations dans cette direction seront donc toujours secondaires, et elles ne seraient justifiées que par le désir de s'emparer de notre grand arsenal de Toulon ou de lever des contributions sur la riche cité de Marseille, si celle-ci était complètement abandonnée.

Pour Marseille, sa distance de la frontière est déjà une

protection. Quant à Toulon, depuis Vauban, on s'est attaché à en étendre les défenses de manière à reculer de plus en plus l'Artillerie ennemie. L'arsenal maritime est situé au fond d'une petite rade précédée d'une plus grande dont la presqu'île Cepet rétrécit l'ouverture, en lui assurant une bonne protection contre les vents du large. Du côté de terre, la défense prend son point d'appui au Nord de la ville sur une montagne de 600$^m$. d'altitude, le Faron, qui la couvre de la manière la plus efficace dans cette direction.

Six-Fours à l'Ouest, et les batteries de côte dans le voisinage maîtrisent la baie de St Nazaire à l'Est, le fort de la Colle Noire et le sommet du Coudon tiendront l'ennemi à une distance de 7 ou 8 Kil. de l'arsenal.

Pour terminer ce qui regarde nos frontières de terre, il nous resterait à dire quelques mots de la frontière des Pyrénées. Cette chaîne de montagne se distingue des Alpes d'une manière caractéristique au point de vue militaire. Tandis que les Alpes malgré leur élévation plus considérable forment une série de pics et de mamelons accolés, dont les intervalles sont en maints endroits praticables au moins aux hommes isolés, les Pyrénées présentent l'aspect d'un mur plus ou moins dentelé, mais dont les dépressions sont presque partout inaccessibles excepté aux montagnards du pays. Ce n'est que vers le littoral des deux mers que les accidents diminuent d'importance, que les passages deviennent praticables aux armées et c'est en ces deux régions que se trouvent les moyens de défense. Les places datent de longtemps; elles n'ont pas encore été améliorées, et tout le système de défense de ces régions est à réorganiser. Certainement une invasion des Espagnols n'est pas pour le moment une éventualité bien probable; mais nous ne devons pas oublier qu'en 1814, nous avons eu à compter avec les Anglais de ce côté; si d'autres alliances se reproduisaient avec l'Espagne, c'est une circonstance que nous ne pouvons négliger. Ajoutons que le tempérament du soldat Espagnol, d'une résistance remarquable à la fatigue, et le rude apprentissage de la guerre Carliste qui vient de finir, le disposent admirablement à cette guerre de montagnes et en font un adversaire qui n'est pas à dédaigner.

La défense des 2500 Kil. de côtes que possède la France repose sur un emploi combiné des forces mobiles, transportées par chemin de fer sur les points menacés par l'ennemi et de défenses matérielles pour

protéger les points les plus importants.

La surveillance du littoral est assurée d'une manière efficace par les Sémaphores. Malgré la rapidité avec laquelle une marine à vapeur peut par un temps favorable se présenter devant une plage convenable à un débarquement et débarquer hommes, chevaux et matériel, il sera possible si les chemins de fer du littoral sont bien établis d'opposer rapidement des forces au moins égales, qui iront chaque jour en augmentant, et le débarquement ne peut que se résoudre comme celui de Quiberon. En présence de ces facilités, on s'est donc préoccupé seulement de concentrer les moyens défensifs, batteries, reduits, &c., dans les régions où un débarquement avait chance de s'effectuer avec quelque développement, et on a révisé depuis la guerre la dissémination exagérée de notre matériel d'Artillerie de défense des côtes.

Les points dont on s'est préoccupé surtout d'assurer la défense, sont les grands ports maritimes, Cherbourg, Brest, Lorient, Rochefort et Toulon dont les arsenaux renferment des richesses énormes et forment la base de notre puissance maritime. Du côté de la mer, les dangers qui peuvent se présenter sont de deux sortes : le bombardement à distance ou bien le forcement des passes par un ou plusieurs cuirassés, s'engageant hardiment au milieu d'une flotte à l'ancre, incapable d'évoluer et exposée, sans pouvoir s'y soustraire, à sombrer soit sous le choc des béliers, soit sous l'explosion des torpilles.

Pour remédier au bombardement à distance on cherche à tenir les bâtiments ennemis le plus possible au large par un grand déploiement d'Artillerie sur les parties avancées de la terre ferme. Mais cependant ce moyen n'est guère efficace : un navire n'est plus forcé aujourd'hui de s'embosser pour faire feu de son Artillerie ; il tire sous vapeur, il se déplace constamment ; la probabilité de l'atteindre est faible, tandis que lui au contraire vise une surface considérable où presque tous ses coups causeront des dégâts. Aussi a-t-on même à ce propos proposé d'abandonner Toulon pour prendre l'Etang de Berre comme port militaire.

Pour empêcher l'ennemi d'entrer dans une passe, on l'obstrue avec des estacades ; si ces obstacles sont permanents, comme les navires que les Russes avaient coulés à l'entrée du port de Sébastopol, c'est se

condamner soi-même à rester enfermé ; s'ils sont mobiles il est difficile de les faire efficaces. Un procédé qui réussit mieux dans certaines conditions, ce sont les torpilles fixes. Mais l'efficacité de la torpille n'existe qu'à condition que l'explosion ait lieu au contact ou presqu'au contact de la paroi du vaisseau ; à 1 ou 2$^{m}$ seulement, ou même moins, si la charge est faible, il n'y a plus aucune action. Il faut donc que la profondeur de la torpille au dessous du niveau de l'eau ne soit pas trop considérable ; il ne faut pas non plus qu'elle surnage pour être trop facilement signalée et évitée. Ces conditions sont encore possibles à satisfaire dans le cas où la profondeur de l'eau est constante et assez faible. Mais la question se complique, s'il y a des marées de 2 ou 3$^{m}$ et un fort courant changeant de sens avec le flux et le reflux, comme dans le goulot de Brest.

Quant à espérer arrêter un bateau qui se présente pour forcer une passe, lorsqu'on n'a que des batteries de côte, il n'y faut guère songer comme à un procédé présentant une certitude absolue. Dans la rade de Brest, l'expérience en a été faite, au moment favorable de la marée, un bélier cuirassé peut franchir le goulet avec une vitesse de 17 à 18 noeuds soit 31 Kil. à l'heure environ. Ce bateau ne restera donc que pendant 3 ou 4 minutes au plus en prise au feu efficace de chaque batterie. Chacune des pièces de la batterie ne pourra donc tirer qu'un seul coup sur le bateau. Dans la précipitation et l'émotion inséparable du feu dans ces conditions, il y a bien des chances pour que le coup ne soit pas bon.

Ainsi à Brest, ni les torpilles, ni les batteries de côte ne semblent devoir présenter une efficacité bien grande contre le forcement de la passe. Bien que la question ne soit pas encore absolument résolue, il semble qu'il n'y a qu'un moyen de défendre les passes, c'est l'emploi de bateaux ; et les garde-côtes cuirassés qui figurent dans notre matériel naval, n'ont pas d'autre rôle à jouer. Les opinions sont d'ailleurs bien peu fixées à ce sujet, aussi bien à l'étranger que chez nous, et tous les moyens qu'on vient d'indiquer sont jusqu'ici simultanément employés, sans qu'on ait la certitude qu'ils aient le degré d'efficacité qui serait désirable.

Mais ce ne sont pas seulement les gros cuirassés que la marine redoute pour ses arsenaux, et surtout ses navires à l'ancre dans les rades. On a inventé il y a quelques années en Angleterre certains petits bateaux porte-torpilles qu'on appelle du nom de leur

inventeur les Thornicroft. Ces bateaux sont longs, minces, avec un tirant d'eau insignifiant. Ils ont 2 ou 3 hommes d'équipage; une machine qui donne 16 à 17 noeuds de vitesse, et des perfectionnements particuliers suppriment tout bruit, toute fumée, toute trace de feu des fourneaux dont la réverbération signalerait leur marche dans les nuits noires. A 4 ou 5m. de leur avant, ils portent une torpille. Ces coques microscopiques déjouent toute surveillance, et si elles approchent jusqu'au contact les plus gros cuirassés, en moins de 5 minutes les 10 ou 15 millions que représentent ces grosses masses peuvent être avec leurs équipages au fond de l'eau.

Ces engins inspirent à toutes les marines de profondes inquiétudes ces craintes se sont traduites chez nous par une construction gigantesque qu'entreprend au port de Toulon le service des travaux hydrauliques. Une grande digue va fermer la rade en ne laissant qu'une ou deux étroites ouvertures où la surveillance sera facile à exercer. Mais cette mesure est elle-même des plus discutées dans la marine, et on dit même que cette construction va être suspendue.

---

# 17e Leçon.

Nous venons de parcourir les principales dispositions de notre organisation défensive; nous avons constaté, sur certaines de nos frontières, la présence d'accidents naturels importants qui leur assurent déjà une certaine sécurité; quelques travaux dans ces régions, du côté des Alpes par exemple, suffisent pour nous défendre. En d'autres parties, malheureusement plus vulnérables, la topographie n'est pas aussi favorable, le pays est d'accès plus facile, rien ne nous sépare de nos adversaires, et il a fallu se contenter de grouper la fortification dans certaines régions d'où l'ennemi sera obligé à se détourner pour gagner les passages que laisse subsister cette organisation et où nos armées se prépareront à l'arrêter. En arrière de cette défense de la frontière, certaines positions de seconde ligne sont préparées; leur but est de recueillir nos armées, si les premières rencontres dont l'emplacement est nettement circonscrit, ne leur sont point favorables; l'ennemi au contraire sera arrêté devant ces ouvrages, contraint

de rompre sa poursuite, d'allonger ses marches, s'il veut joindre encore son adversaire que ces positions fortifiées l'empêchent de prendre corps à corps.

Si l'on examine sur une carte l'emplacement de ces diverses défenses dans la partie du Nord-Est, où elles ont tout leur développement, une chose frappe tout d'abord, c'est l'aspect concentrique de ces deux ordres de position, celles de première ligne à la frontière, celles de seconde ligne à l'intérieur. Cette disposition est commandée par la configuration des cuvettes successives qui encadrent le bassin de la Seine, ou dont cette rivière et ses affluents traversent les bords. Chacun de ces bords successifs dessine des positions naturelles de défenses, plus escarpées du côté de l'Est, en pente plus douce vers l'Ouest, et le centre de cet ensemble, Paris, se trouve naturellement indiqué comme un point militaire important. C'est vers lui que convergent la Seine et ses principaux affluents; c'est vers lui que convergent également les principales routes et les principaux chemins de fer. En dehors de son importance politique Paris est donc le réduit designé de l'organisation défensive qui a été adoptée, organisation qui n'était elle-même que la resultante de la configuration géologique de cette portion de notre territoire.

Paris doit donc être fortifié, en ne se plaçant même qu'au point de vue militaire. Il doit être fortifié bien plus encore, si l'on réfléchit à son importance politique, à l'effet moral que produirait sa chute, à la désorganisation générale que sa perte entrainerait. On a longuement disserté, au moment de l'établissement du système qui a subi les épreuves de 1870, sur le plus ou moins d'utilité qu'il y a à fortifier les capitales dans l'organisation générale de la défense des Etats. On objectait que la lutte nationale n'en avait pas moins continué avec Frédéric II, lorsque les Russes occupaient Berlin; avec le peuple Espagnol presque tout entier lorsque nos troupes, aux ordres du Roi Joseph, imposaient à Madrid même un monarque étranger. Ces discussions trop spéculatives, sont bien oiseuses aujourd'hui: la centralisation administrative et les habitudes qu'elle entraîne, sont trop considérables dans notre pays, pour que la nation entière n'ait pas constamment les yeux fixés sur la Ville par excellence, et l'expérience a parlé trop durement pour qu'il soit possible de la négliger: Trois fois en moins de soixante ans, la chute de Paris a marqué le terme de la résistance nationale.

La première fois, c'est en 1814.

Après avoir lutté successivement sur la Seine ou la Marne tantôt avec les Autrichiens qui suivaient cette première rivière, tantôt avec les Prussiens qui suivaient la seconde, tantôt avec les Russes, tour à tour à la suite de l'une ou l'autre armée, souvent vainqueur, quelquefois repoussé, Napoléon se préparait à exécuter un projet qui pouvait sauver la fortune de la France. Il voulait, remontant vers l'Est, aller au devant de troupes tirées des places fortes que nous occupions encore de Mayence à Metz et Strasbourg et qu'il avait ordonné de réunir. Les alliés n'avaient laissé devant ces forteresses que quelques forces de blocus, et les tromper ou les forcer était chose assez facile. On trouvait là un renfort de 40 à 50 mille hommes, qui élevait l'armée à plus de 100,000 hommes, et une telle force avec Napoléon à sa tête, sur la ligne de communication des alliés, devait presqu'infailliblement les conduire à un désastre. Malheureusement Paris n'était pas fortifié; il n'y avait pour la défense de la capitale que les deux Corps de Marmont et Mortier ne comprenant pas plus d'une vingtaine de mille hommes, quelques gardes nationaux, la jeunesse des Ecoles et à sa tête l'Ecole Polytechnique; moins de 30,000 hommes au total. La bataille fut terrible; les hauteurs de Romainville et des Buttes Chaumont, énergiquement disputées ne furent enlevées par les alliés qu'au prix de pertes cruelles. Mais Paris n'en était pas moins perdu, et Napoléon ramenant son armée de St. Dizier à Fontainebleau, arrivait trop tard pour empêcher le désastre. Nous perdions du même coup par le Traité de Paris, les conquêtes de la Révolution et nos frontières naturelles.

Un an après, soixante mille hommes revenaient de Waterloo, suivis par les Anglais et les Prussiens mais avec des vitesses inégales, et si l'on eût alors accepté les offres de Napoléon, peut être, grâce aux ouvrages en terre dont Paris était couvert alors, eût-il été possible de venger notre désastre récent d'une manière éclatante. L'affaissement produit par le désastre, la division des partis ne le permirent pas, et cette fois encore c'est à Paris que se dénouait la campagne.

En 1870, vous savez le rôle que les fortifications ont joué, les efforts que l'ennemi a été obligé de faire pour se maintenir seulement devant elles; toutes les opérations de la campagne à partir de Sedan

ont eu Paris ou les armées qui l'assiégeaient pour objectif et lorsqu'il fallut capituler, c'est la capitulation même de la France qui fut signée.

Aucune hésitation ne peut donc subsister aujourd'hui sur la nécessité de renforcer ce point de la manière la plus énergique ; c'est à Paris qu'on a songé d'abord dans la reconstitution de nos défenses, et on venait d'avoir une épreuve beaucoup trop sérieuse des qualités et des défauts de l'organisation de 1840 pour ne pas chercher aussitôt à développer les uns et à faire disparaître les autres.

Ce que le siège de 1870 venait surtout de montrer, c'est la valeur de ce système de fortification, une grande place avec des forts détachés ; mais Paris n'avait guère agi que comme obstacle passif et on pouvait constater que même à ce titre, quelques unes des prévisions des fondateurs de 1840 n'étaient pas fondées.

En comparant l'étendue de la position fortifiée qu'ils avaient créée avec les effectifs réellement disponibles à ce moment par une invasion qui aurait sa base sur le Rhin, et qui aurait en outre à faire face à quelques tentatives de secours, ils avaient cru devoir en conclure que Paris ne pouvait être investi. Si la place a seulement deux mois de vivres disait-on, ce que lui assureront facilement les ressources de son grenier d'abondance et les grains qui existent dans un rayon rapproché et que l'on fera rentrer, la population sera dans l'abondance, et la famine au camp des ennemis, établis dans une région appauvrie et bientôt épuisée.

On comptait alors sans les chemins de fer, qui permettent à l'envahisseur de faire venir ses approvisionnements de plus loin ; on comptait aussi sans l'effectif d'une armée d'invasion qui précipite un peuple entier sur un autre. On comptait enfin sans des désastres aussi inouïs que ceux que nous devions subir, qui faisaient disparaître en deux coups de filet la presque totalité des cadres de notre armée et ne laissait dans Paris, aussi bien qu'en province, que des armées au début sans force ni cohésion.

Les événements du siège portaient encore un enseignement qu'il ne fallait pas laisser perdre : c'est la difficulté considérable que le site d'alors présentait aux armées de la défense pour les moindres tentatives à l'extérieur.

Du côté du Nord, depuis le Mont-Valérien, jusqu'à l'Ouest de St Denis, la Seine, les hauteurs de Cormeilles et Sannois, les dernières ramifications des hauteurs de Montmorency offrent à l'assiégeant des positions d'investissement contre lesquelles les opérations actives de l'assiégé viennent se briser rapidement.

Entre le Rouillon et la forêt de Bondy se trouve une plaine dégarnie d'obstacles, sauf deux ou trois ruisseaux transversaux dont les Allemands se sont servis en 1870 pour compléter l'investissement en y formant des inondations.

Puis vient ensuite le massif de la forêt de Bondy qui couronne tout le pâté montagneux bordant la rive droite de la Marne depuis Claye jusqu'à Villemomble et Chelles.

Entre Seine et Marne, le plateau de la Brie vient se terminer par une pente raide qui s'étend de Noisy à Villeneuve St Georges et qui domine de 50 à 60m. la plaine où se réunissent les deux rivières. Entre la Bièvre et la Seine seulement, le terrain est beaucoup moins défavorable à une sortie de l'assiégeant, à condition d'avoir au préalable occupé la ligne de Villejuif.

Quant au secteur qui s'étend de la Bièvre à Buzenval et à la Seine, il offre par les collines qui l'encadrent, par les massifs boisés et coupés de murs, de maisons, de clôtures qui le couronnent, un obstacle des plus difficiles à surmonter.

Ainsi deux directions seulement sur tout le périmètre : la plaine de St Denis, le plateau de Villejuif ne plaçaient pas du premier coup nos forces dans une situation défavorable pour déboucher. Encore ces débouchés se trouvaient-ils bientôt resserrés, surtout du côté du Nord entre les fortes positions que l'ennemi occupait sur leurs flancs, situation, qui même en cas d'un premier succès, eût arrêté tout progrès ultérieur.

Cette disposition topographique du sol autour de l'ancien Paris offre donc à l'armée défensive des difficultés considérables, à l'armée assiégeante au contraire des positions toutes faites qui, avec l'aide d'une arme à tir rapide, sont facilement rendues inexpugnables, et en fait, pendant le siège, jamais on n'a réussi à dépasser seulement la ligne des avant-postes de l'investissement, sauf peut être à Champigny.

Aussi, une des préoccupations principales, lorsqu'il s'agit de

perfectionner Paris après la guerre, fut-elle de se ménager la possession de ces régions difficiles, et de chercher à prendre pied sur les plaines qui s'étendent au delà et où l'ennemi sera obligé à d'énormes travaux pour se donner une sécurité qu'il trouvait autrefois toute organisée naturellement.

Paris aura toujours une garnison puissante, sinon même une véritable armée. Des efforts aussi sérieux que ceux qui ont été tentés à Champigny et qui n'auront pas pour les user dès les premiers pas les obstacles d'un terrain défavorable, rendront la position de l'armée assiégeante beaucoup plus difficile. Comme l'espace est ici énorme, que les Corps d'investissement seront éloignés sur tout le pourtour de 4 et même 5 jours de marche, ils n'arriveront pas à se porter secours à temps, et grâce à cette étendue, la garnison se trouvera dans les conditions d'une bonne situation intérieure, qu'on cherche à réaliser dans les opérations de la stratégie, et qui permet de se jeter avec toutes ses forces sur des masses inférieures, isolées, et auxquelles les autres Corps ne peuvent arriver à temps à porter secours.

C'est là ce qu'on a cherché à réaliser et voici comment on y est arrivé.

Deux régions sollicitaient particulièrement l'attention, l'une à l'Est, vers le point d'arrivée probable des armées ennemies, l'autre à l'Ouest, du côté de l'arrivée des armées de secours.

Du côté de l'Est, la possession du massif de la forêt de Bondy est absolument indispensable à tous les mouvements dans la plaine qui s'étend au Nord. Elle est nécessaire encore pour permettre les débouchés sur la rive gauche de la Marne et deux ouvrages ont pour mission d'assurer ce double rôle. L'un à Vaujours, commande le plateau, pendant que ses batteries annexes battent les deux versants; l'autre à Chelles barre la vallée de la Marne et se conjugue d'un côté avec Vaujours de l'autre avec les ouvrages de la rive gauche.

En temps de guerre, cette occupation devrait être étendue. Il serait possible sans le moindre risque de disputer l'extrémité de l'éperon jusqu'à Claye et Dammartin. Les pentes Nord de la forêt seraient en outre facilement organisées de manière à défier une attaque inopinée.

Malgré l'importance de cette position, comme on voulut diriger l'ordre des travaux de manière à couvrir d'abord Paris contre le bombardement

et que la ligne des forts du plateau de Romainville y réussissait déjà suffisamment, ces ouvrages ont été des derniers entrepris ; ils sont cependant très avancés.

Au Nord de la plaine qui borde la forêt de Bondy, se trouve un pâté de collines, de directions sensiblement parallèles et qui gagne l'Oise un peu au nord de Pontoise. C'est sur ce massif que se trouve la forêt de Montmorency. Sa partie sud forme une sorte de mamelon séparé qui s'étend entre Montlignon et Domont pour se retourner ensuite dans la direction d'Ecouen.

Ce dernier mouvement du terrain a été occupé par trois ouvrages, dont le plus important est le fort de Domont, qui avec une batterie, à la pointe Est, la batterie de Blemur, bat le terrain vers le Nord. Le fort de Montlignon commande l'extrémité Nord et enfile le ravin qui se dirige sur l'Oise ; le couloir, entre l'arête de Cormeilles Sannois et ce massif, est battu à revers par l'ouvrage de Montmorency.

Les forts d'Ecouen et de Stains, et en arrière l'ouvrage de la Butte-Pinçon, dessinent en ce point, en le rattachant à S^t Denis, un secteur de défense très net, formant une avancée vers l'Oise et prenant de flanc ou à revers tous les mouvements, tous les travaux de l'ennemi entre cette position et celle de la forêt de Bondy.

Sur la rive droite de la Seine, dans le coude que décrit cette rivière vers Argenteuil, une position était également importante à tenir pour se ménager les débouchés au delà de la rivière entre S^t Denis et le Mont Valérien. La longue arête qui forme la presqu'île est couronnée de batteries, et son point culminant, Cormeilles, porte un ouvrage solide. Cette occupation se conjuguant avec celle du plateau de Montmorency, assure la possession de tout le terrain en avant et permet, en profitant des forêts dont la défense serait facile à organiser, de se ménager longtemps la ligne de l'Oise.

Toutes ces défenses de la rive droite sont celles que l'ennemi devra nécessairement aborder les premières, si comme il est probable, sa route d'arrivée est celle de l'Est. Du côté de l'Ouest, sur la rive gauche, on avait intérêt à s'avancer le plus possible, autant pour prendre pied

sur les plateaux qui se prolongent au loin dans cette direction que pour se rapprocher du point probable de l'arrivée des secours.

On a été conduit ainsi à englober Versailles dans le périmètre des défenses et à s'installer en avant de la Bièvre sur le vaste plateau qui s'étend entre la vallée de cette rivière et celle de Chevreuse où coule l'Yvette.

Si l'on était resté, comme on l'avait proposé, sur le plateau de Châtillon, on n'eût rien gagné comme facilité pour se porter en avant, car on aurait eu devant soi le grand fossé de la Bièvre, dans lequel l'ennemi nous eût facilement contenu. En outre, on se fût trouvé en arrière du chemin de grande ceinture qui ne pouvait autour de Paris suivre d'autre route que celle de la vallée de la Bièvre et à supposer même que cette situation entre les positions des deux adversaires interdit à l'ennemi l'usage de cette communication, elle ne pouvait par cela même nous être d'aucune utilité.

On s'est donc tenu en avant sur le revers Nord de ce vaste plateau qui n'offre presqu'aucune ondulation, et forme en avant des ouvrages une esplanade de 5 à 6 Kilomètres d'étendue.

Le point le plus important de ce grand développement de fortification qui court en ligne droite sur plus de 20 Kil. est le fort de S.t Cyr, le plus considérable des nouveaux ouvrages de Paris. L'importance qui lui a été donnée était nécessitée par l'angle des défenses qui se replient de ce côté pour gagner la Seine aux environs de Marly. C'est donc un point d'attaque possible, et si l'ennemi était maître de nos chemins de fer sur un assez grand rayon autour de la capitale, il trouverait pour amener son matériel la ligne de Chartres.

Le plateau est occupé en outre par les forts du Haut-Buc, de Villeras, et à la pointe Sud par le fort de Palaiseau avec ses deux batteries avancées de la Pointe et de l'Yvette qui fouillent cette dernière vallée.

Cette ligne devrait être renforcée au moment du besoin par quelques batteries, ou ouvrages improvisés, de manière à assurer la possession complète de la rive droite de la Bièvre.

Vers le Nord, la ligne des ouvrages du Sud se relie à la Seine par des ouvrages en construction à Noisy, de l'autre côté

du Rû de Gally, qui prend sa source vers l'extrémité du parc de Versailles, et à Marly où l'occupation comprend un fort central formant réduit et des batteries avancées.

A l'autre extrémité du plateau de la Bièvre, la ligne des défenses se retourne pour suivre le bord oriental du plateau de Châtillon, qui est occupé à Verrières par 5 batteries dont un ouvrage central forme le réduit. Enfin, plus au Nord, l'ouvrage de Châtillon domine au dessus de Sceaux la vallée de la Bièvre et forme le point de liaison entre cette ligne avancée et la seconde ligne de défenses constituée par les anciens forts.

Rien n'a été fait encore entre la Seine et cette organisation défensive qui forme un tout bien distinct et qu'on appelle parfois le camp retranché du Sud. On n'a même pas occupé encore la position naturelle de la Butte Chaumont sur laquelle un ouvrage sera certainement élevé. La cause de ces retards, c'est le tracé définitif du chemin de grande ceinture auquel on voudrait faire suivre la vallée de l'Yvette, pour aboutir à Juvisy, tandis que le service militaire fait valoir la difficulté de protéger ce long circuit en avant de nos défenses et réclame un tracé au travers du plateau de Choisy-le-Roi de manière à prolonger à peu près le grand ravin de la Bièvre.

Cette lacune n'a rien de dangereux pour le moment, au point de vue de la défense de Paris. L'ennemi serait assez embarrassé pour venir aussi loin que la ligne des ouvrages des Hautes Bruyères et du Moulin d'Argent Blanc, le premier organisé complètement, le 2ème à construire au moment de la guerre. La ligne de Palaiseau — Verrières — Châtillon d'un côté, l'occupation de Villeneuve St Georges de l'autre réduisent à très peu de chose la partie disponible pour développer des travaux, et grâce à cet appui, il serait facile de multiplier les obstacles devant l'assaillant.

Il ne nous reste plus qu'à parler des défenses entre Seine et Marne et nous aurons donné l'énumération des travaux défensifs en cours de construction.

De ce côté, l'important était d'abord de prendre pied solidement sur tout le cirque de hauteurs qui forment l'horizon de Paris et qui

marque la limite du plateau de la Brie ; mais à quelle distance devait-on se porter ?

Le terrain présente de grandes difficultés, non pas tant par la conformation topographique que par le vaste réseau de forêts qui le recouvre et dont l'extension du côté du Sud-Est dépasse cependant celle que l'on peut raisonnablement assigner à la défense. Comme les opérations de l'ennemi entre Seine et Marne ne le conduiraient pas à de grands résultats en présence du rétrécissement progressif de son front entre les deux rivières et des difficultés de leur passage, on a pensé qu'il suffisait de s'assurer des points solides sur le plateau de manière à n'être pas jeté dans la vallée et bousculé en désordre sur les rivières. D'ailleurs une fois maître du bord du plateau, on est à égalité avec l'ennemi et on est à même de commencer des opérations offensives sans avoir le terrain contre soi - Ce qui est à la rigueur suffisant.

Un point était tout d'abord indiqué, c'est celui de Villeneuve St Georges particulièrement important pour défendre la vallée de la Seine et rejeter le passage du fleuve jusque vers Juvisy.

Deux ouvrages moins importants : une batterie à Limeil ; un fort à Sucy, bordent la crête.

Enfin deux ouvrages plus solidement organisés, à Chennevières et à Noisy-le-Grand, forment la tête de pont de la Marne à peu près sur l'emplacement des points qui dessinaient notre premier objectif à la bataille de Champigny.

Cette énumération rapide des ouvrages permanents de la défense de Paris suffit à nous donner une idée de la transformation considérable qu'a subie l'ancienne fortification de la capitale. Nous devons quelques explications en outre sur le moyen de la mettre en œuvre

D'après ce que nous avons vu des conditions de défense d'une place à forts détachés, cette fortification permanente qu'on vient de décrire, n'est pas autre chose que la trame de la défense, autour de laquelle, et en avant de laquelle surtout, la lutte se développera nécessairement. Ce n'est pas une défense passive que l'on a prévu : et c'est parcequ'au contraire on s'est surtout préoccupé d'une défense énergique extérieure, qu'on s'est autant inquiété de s'assurer des débouchés pour aller au devant de son

ennemi.

Si donc on admet que la défense doive être surtout une défense active extérieure, la configuration du terrain nous montre nettement les points d'appui qu'elle doit prendre.

Au Nord, nous avons un centre de résistance tout indiqué : le massif Domont _ Montlignon qui, avec les bois qui l'entourent, s'étend jusqu'à l'Oise, la défense pied à pied y est des plus faciles. La position ne peut pas être tournée. Ses flancs sont appuyés à St Denis d'un côté, à l'Oise de l'autre. C'est une sorte de camp retranché ou de ligne de défense qui déborde de loin les limites de la fortification.

A l'Est, 2e centre de résistance dans le massif tout entier de la forêt et des hauteurs depuis Claye et Lagny jusqu'aux forts de l'Est. Là encore les ouvrages permanents ne sont que les réduits de la défense.

Au Sud enfin, tout l'espace compris entre Châtillon _ Palaiseau et la boucle de la Seine à Poissy, et comprenant la forêt de St Germain, se relie par la forte position de l'Hautie au premier centre que nous avons indiqué, celui du Nord.

L'espace entre Seine et Marne forme un 4e Secteur, mais son importance est bien moindre que celle des précédents.

Le développement de la ligne d'investissement autour de ces positions avancées que la fortification permanente protège, ne saurait être moindre de 180 à 200 Kilomètres. Il faudrait donc 5 jours pour concentrer toutes ces forces de part et d'autre de la place sur le point le plus menacé : En deux jours au plus, la défense pourrait au contraire porter ses forces disponibles sur un point quelconque de son occupation. Encore sera-t-il toujours possible de dérober à l'ennemi au moins le premier jour de ces mouvements.

L'armée placée à l'intérieur de ce vaste système de défense, jouit donc de tous les avantages d'une position intérieure. Comme les débouchés sont ouverts dans toutes les directions, l'ennemi est obligé de se garder sur tous les points, et il est facile de conclure que, pour le seul blocus, il lui faudrait une force de 5 ou 6 fois la force disponible dans la place, à supposer que les troupes soient d'égale valeur. Il est donc probable que

Paris exigera pour son blocus une armée de 5 ou 600 mille hommes, s'il s'y trouve une force disponible de 100,000 hommes, et quelle que soit la grandeur des forces de l'invasion, ce sera toujours un énorme appoint à nos armées de secours que d'immobiliser 500 mille hommes autour de la capitale.

Un siège dans ces conditions sera encore chose bien difficile: ce qu'il y aura le plus à redouter dans la place c'est la famine, et on ne saurait prendre trop de précautions pour assurer la subsistance de 3 millions de bouches qui, en y comprenant l'armée, devront être nourries sur cet espace.

Une dernière question nous reste à résoudre non-seulement pour Paris, mais pour le système général de défense de la France que nous venons de retracer.

Nous avons toujours supposé dans ce que nous venons d'exposer en dernier lieu que Paris aurait une force mobile de 80 à 100,000 hommes. De même dans toutes nos places, il faut des hommes en nombre variable suivant leur importance, car ainsi que le disait Vauban, les places fortes ne sont que de grosses masses inanimées qui n'ont d'autre action que celle qui leur est donnée par les hommes employés à leur défense. Il est donc nécessaire d'examiner comment cette organisation matérielle de la fortification et les effectifs qu'elle exige pour sa défense, se rattachent à l'ensemble des forces nationales.

Une question se pose naturellement aussitôt: les garnisons indispensables à ce système de défense ne sont-elles pas hors de proportion avec les ressources disponibles? Ne vont-elles pas affaiblir les armées outre mesure en enfermant dans les places des forces qui seraient mieux employées en rase campagne?

Il est difficile de donner à cette question une réponse absolument mathématique; il faudrait pour cela avoir en quelque sorte mesuré le poids d'une troupe enfermée dans une place, par rapport à l'ensemble des opérations; et tant d'éléments entrent à la fois en jeu dans cette question, qu'il n'est pas aisé de faire une réponse bien précise.

Sans aborder la question avec cette généralité, on peut cependant, par de simples inductions, apporter une certaine conviction

dans les esprits.

En premier lieu, nous remarquerons qu'en totalisant les troupes employées aux garnisons des places fortes, il importe de faire certaines réserves indispensables. Comment d'abord ces garnisons entrent-elles en jeu et ont-elles un rôle à jouer? Il y a lieu à cet égard d'établir des distinctions. Au début de la guerre, les places fortes de première ligne sont seules menacées, car seules elles ont un rôle à jouer dès le premier jour. Elles doivent protéger la mobilisation en arrière en arrêtant l'ennemi; elles vont se trouver en contact avec lui, et il faut que le plus tôt possible leur mobilisation soit prête, leur garnison au complet. Mais les places de seconde ligne ne sont pas dans le même cas. C'est en avant d'elles que l'armée va se concentrer, manœuvrer et combattre, et on sera toujours à temps d'augmenter les ressources dans les places, si les choses tournent mal. Quant à leur sécurité contre un coup de main, contre les tentatives de désordre ou toute autre éventualité du même genre, il sera facile de l'assurer par les dépôts de l'armée active qui s'y trouvent, par les premières forces venues dont on pourra disposer et il sera possible de les en retirer lorsque le danger aura disparu. Ces forces ne peuvent donc être dans ce cas considérées comme un affaiblissement de l'armée, qui serait toujours obligée de pourvoir à la sûreté de ses derrières, qu'il y eût de la fortification ou non.

Il n'est donc pas permis de comprendre dans un total unique la garnison des places de première ligne et celle des places de seconde ligne ou celles de toute nature, qui seraient situées en dehors de la zone des opérations.

Supposons par exemple une guerre avec l'Allemagne; nous devrons compléter les garnisons de toutes nos places de 1ère ligne depuis Dunkerque jusqu'au Rhône, puisque c'est sur cette étendue que peuvent porter les premiers efforts de l'ennemi. Mais celles-là seulement entrent à la fois en ligne de compte.

Je ne vous indiquerai pas le total exact des forces qui sont réellement destinées à la défense de cette première ligne. Mais il nous est possible de nous rendre compte d'après les discussions publiques à l'Assemblée Nationale, du chiffre auquel pourrait se monter cet ensemble. En prenant pour base la défense de

à Belfort, le Colonel Denfert a dit qu'il estimait à 800 hommes par kilomètre du périmètre de défense, la garnison nécessaire à la défense d'une place à forts détachés. Prenons ce chiffre comme bon, et nous trouverons que l'ensemble des garnisons de première ligne, de Dunkerque à Genève, serait de 300 à 320,000 hommes environ.

Ce chiffre n'est pas le chiffre exact; mais il suffit à mon raisonnement.

Or, avant 1870, on avait sur la même frontière, un certain système de défense auquel on a substitué celui que je vous ai indiqué, et ce système, reconnu praticable depuis deux siècles, puisqu'il s'était dans cette longue période très peu modifié, ce système reconnu cependant insuffisant par l'expérience, surtout du côté de l'Est, malgré les précieuses défenses naturelles du Rhin et des Vosges alors en notre pouvoir, ce système n'exigeait pas moins de 300,000 hommes.

Ainsi, malgré le développement des défenses, nous ne sommes aujourd'hui que très peu au dessus, comme garnisons, des chiffres d'autrefois, et cependant notre situation militaire générale s'est totalement modifiée.

Pendant de longues années, nos forces disponibles ne comprenaient qu'une armée active d'environ 700,000 hommes, auxquels pouvaient s'adjoindre pour la défense du pays les gardes nationales mobilisées par bans successifs. C'est l'organisation que nous avons eue depuis 1830 jusqu'à la Loi de 1868 qui a créé la garde nationale mobile. Au grand maximum on pouvait compter alors sur un million d'hommes réellement disponibles.

Aujourd'hui au contraire nous avons le service obligatoire universel: l'armée active et sa réserve forment 9 classes de 140,000 hommes au moins, soit 1.260,000 hommes d'armée active. D'une valeur presqu'égale, d'une solidité qu'on reconnaîtra certainement à la première guerre, nous avons en outre 5 classes d'armée territoriale soit 700,000 hommes. C'est donc 1,960,000 hommes qui composent nos ressources, et cela dans des conditions de cohésion et de solidité, que le million d'hommes d'autrefois ne présentait pas au même degré.

Ainsi avec une force militaire totale d'environ un

million d'hommes, on n'hésitait pas à consacrer 300,000 hommes à la défense de la première ligne de frontière.

Il est permis d'en conclure que si, avec une force totale disponible de 2 millions d'hommes environ, on a pour les garnisons de la défense de la frontière un effectif de 300 à 320,000 hommes à peine différent de l'ancien, la situation des armées n'en aura pas souffert.

Quant à la question du mérite intrinsèque de l'emploi de la fortification, et par conséquent des garnisons, dans la défense des Etats, c'est une question que je ne puis examiner ici. Mais ce que je viens de dire suffit pour faire comprendre pourquoi on est fondé à dire que le système de défense qu'on a créé, n'est pas la ruine de nos armées.

Qu'arrivera-t-il cependant si cette première ligne forcée, l'ennemi se présente devant la seconde ? On n'en sera pas moins obligé de compléter ses garnisons et on peut dire à la rigueur que ce chiffre vient alors s'ajouter aux chiffres de la première ligne.

Cette conclusion n'est pas douteuse alors, mais il reste cependant à voir si cette immobilisation successive ne va pas entraîner en même temps une immobilisation correspondante de forces au moins égales chez l'adversaire, de telle sorte que la balance entre les forces destinées de part et d'autre à tenir la campagne n'en finisse pas moins par rester à peu près la même.

On dit souvent que les armées passeront au travers des places fortes, les négligeront et se contenteront de les bloquer, ou même de les observer par de faibles détachements. Cette théorie est bien hasardée en présence des fortes garnisons que contiendront quelques-unes de ces grandes agglomérations de fortification. Même dans la guerre de 1870, où l'esprit d'initiative et d'audace n'a pas toujours été des plus remarquables, on a pu voir ce qu'il adviendrait de la sûreté des communications dans le voisinage de ces possessions que nous avions conservées au milieu de l'invasion. De Longwy, de Mézières, de Montmédy, de petites expéditions sur les troupes d'étape en surprirent et en détruisirent un certain nombre. De Langres à la fin de Janvier partit même une véritable colonne de francs-tireurs et de volontaires. Ils se glissèrent sur les derrières de l'Armée

de Manteuffel qui venait de se jeter à la poursuite de notre armée de l'Est. A la faveur des bois, ils parvinrent, sans être inquiétés, jusque dans les forêts au sud de Toul, franchirent la Moselle et se couvrirent de la forêt de Haye pour venir surprendre à Fontenay entre Toul et Nancy le pont du chemin de fer défendu par un poste Bavarois qui fut égorgé. En quelques heures, les dispositifs de mines permanents furent chargés et l'explosion détruisit le pont. Cet évènement causa un émoi énorme dans l'Armée Allemande. — Arrivé un mois plus tôt, (on était malheureusement alors au 26 janvier), il eût mis en question le bombardement de Paris.

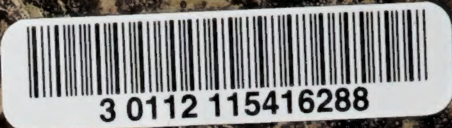
Dire qu'une armée pourra se glisser entre les places fortes sans de grandes précautions, c'est donc une erreur profonde, et ces places, même si elles ne sont pas attaquées, forceront toujours l'ennemi à de grands détachements.

Ainsi affaibli par les places de première ligne, affaibli par les places de la 2ème, bien qu'à un degré moindre, l'armée ennemie arrivera devant la capitale. Il aura refoulé les armées de la défense, il les aura battues, mais il faut espérer qu'il ne les aura pas prises comme en 1870. Car enfin, s'il ne reste rien, comment se défendre encore? C'est sur Paris que ces armées ou l'une d'elles au moins seront certainement refoulées, puisque les positions de seconde ligne sont établies pour la plupart concentriquement à Paris. Ces armées formeront donc le noyau de la résistance; elles seront renforcées de troupes territoriales tirées des régions que l'ennemi ne menace pas encore, et complétées par la réserve de l'armée territoriale de Paris, c'est-à-dire tous les hommes valides de 35 à 40 ans. On arrivera donc toujours facilement à compléter la garnison, et à y disposer de ces 100,000 hommes de troupes mobiles qui doivent donner à cette vaste position toutes ses propriétés.

Est-ce le plan de la prochaine guerre que je retrace ainsi par cette peinture de retraites constantes et d'échecs successifs? Non certes! Mais il est bon de reconnaître que, même si des évènements aussi désastreux se précipitaient sur nous, nous sommes à même de les envisager avec une courageuse fermeté

et la conviction que malgré les plus grands désastres, notre organisation défensive nous laisse jusqu'à la dernière heure des chances de succès.

---


3 0112 115416288